



TUGAS AKHIR – TI 141501

**PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN ALAT PENGOLAHAN
MULTI-KOMODITAS DI AREA PERTANIAN DAN PERKEBUNAN
KECAMATAN NGANCAR, KEDIRI**

ANDRIAN HENRY SANTOSA

NRP 2512100081

Dosen Pembimbing:

Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.

NIP 197705232000031002

Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Sepuluh Nopember

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016



FINAL PROJECT – TI 141501

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF MULTI-COMMODITY
PROCESSING MACHINE IN AGRICULTURE AND
PLANTATION AREA OF DISTRICT NGANCAR, KEDIRI**

ANDRIAN HENRY SANTOSA

NRP 2512100081

Supervisor:

Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.

NIP 197705232000031002

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN ALAT PENGOLAHAN MULTI-KOMODITAS DI AREA PERTANIAN DAN PERKEBUNAN KECAMATAN NGANCAR, KEDIRI

PROPOSAL TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Salah Satu Gelar
Sarjana Teknik**

pada

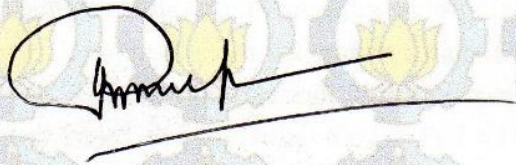
**Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**

Oleh:

ANDRIAN HENRY SANTOSA

NRP. 2512100081

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:



Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.

Pembimbing



ABSTRAKSI

Perancangan Dan Pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas Di Area Pertanian Dan Perkebunan Kecamatan Ngancar, Kediri

Nama Mahasiswa : Andrian Henry Santosa
NRP : 2512100081
Jurusan : Teknik Industri FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.

Kecamatan Ngancar, Kediri merupakan daerah yang memiliki potensi besar di bidang produksi komoditas pertanian dan perkebunan. Namun terdapat beberapa permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat dan pelaku bisnis. Permasalahan tersebut antara lain penjualan komoditas dalam bentuk produk primer yang kurang memberikan nilai tambah, proses pengolahan yang masih manual, dan harga jual komoditas yang naik turun secara fluktuatif. Solusi dari masalah tersebut adalah menggunakan alat pengolahan ter-otomasi yang dapat bekerja untuk multi-komoditas. *Output* yang dihasilkan dari penelitian adalah perancangan dan pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas. Komoditas yang dipilih adalah nanas, jahe merah, dan mengkudu. Pada tahap perancangan *prototype*, Alat Otomasi Daur Ulang Kertas akan dijadikan sebagai model pengembangan. Tahap pengembangan akan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) untuk menerjemahkan *voice of customer* menjadi *technical requirements* (QFD level-1), *component characteristics* (QFD level-2), dan *process requirements* (QFD level-3). Selanjutnya alat otomasi akan dinilai melalui model *Automation Acceptance Model* (AAM) untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi penerimaan alat otomasi oleh konsumen. Selanjutnya diberikan rekomendasi desain Alat Pengolahan Multi-Komoditas berdasarkan konsep ide hasil penjabaran metode QFD dan model AAM. Hasil pengembangan alat otomasi selanjutnya akan diuji melalui studi kelayakan finansial. Dari hasil studi kelayakan finansial, penggunaan alat pengolahan dinyatakan layak. Hal ini dikarenakan alternatif penggunaan alat pengolahan memiliki NPV lebih besar dengan nilai Rp337.897.651. Sedangkan NPV untuk penggunaan konsep konvensional manual hanya sebesar Rp9.491.522.

Keywords: Perancangan dan Pengembangan Produk, Alat Otomasi Daur Ulang Kertas, AAM, QFD, NPV dan CBA

ABSTRACT

Design and Development of Multi-Commodity Processing Machine in Agriculture and Plantation Area of District Ngancar, Kediri

<i>Name</i>	: Andrian Henry Santosa
<i>NRP</i>	: 2512100081
<i>Department</i>	: Industrial Engineering FTI-ITS
<i>Supervisor</i>	: Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.

District Ngancar, Kediri is an area with great potential in the production of agricultural and plantation commodities. But there are some problems faced by the community and business. Those problems include the sale of commodities in the form of primary products that do not provide added value, the use of manual production process, and the fluctuation of commodities price. The solution to these problems is using automated machine that can work for multi-commodity. The output generated from this research is design and development of a multi-commodity processing tools. In the prototype design stage, paper recycle automated machine will serve as a development model. Selected Commodities are pineapple, red ginger, and noni. In the development phase, Quality Function Deployment (QFD) is used as a method to translate the voice of the customer into technical requirements (level 1), component characteristics (level 2), and the process requirements (level 3). Then, production machine will be assessed through models Automation Acceptance Model (AAM) to determine the factors that affect the acceptance of automation tools by consumers. Furthermore, the design recommendations of multi-commodity production machine will be given based on the concept of the idea from the translation of QFD method and the model AAM. Finally, results of production machine development will be tested through a financial feasibility study. From the results of the financial feasibility study, the use of processing tools declared eligible. This is because the use of automated production machine has a greater NPV valued Rp337.897.651. While the NPV for the use of the conventional concept valued Rp9.491.522 only.

Keywords: Design and Product Development, Paper Recycle Automated Machine, QFD, AAM, NPV, and CBA

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAKSI.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xxi
DAFTAR PERSAMAAN	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	8
1.5.1 Batasan Penelitian	8
1.5.2 Asumsi Penelitian.....	9
1.6 Sistematika Penelitian	9
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Gambaran Umum Objek Amatan.....	11
2.2 Alat Otomasi Daur Ulang Kertas	14
2.2.1 Desain Perancangan Prototype.....	14
2.2.2 Mekanisme Kerja Alat	15
2.2.3 Bill of Material (BOM) Table	16
2.2.4 Bill of Material (BOM) Tree.....	19
2.2.5 Proses Produksi dan Perakitan Komponen	20

2.2.6	Prototyping Alat Otomasi Daur Ulang Kertas.....	22
2.3	Tahap Perancangan Produk.....	24
2.4	Tahap Pengembangan Produk.....	25
2.5	<i>Automation Acceptance Model (AAM)</i>	27
2.6	Metode <i>Quality Function Deployment (QFD)</i>	28
2.7	Pentahapan (<i>Leveling</i>) QFD.....	29
2.7.1	QFD Level 1 (Technical Requirements)	30
2.7.2	QFD Level 2 (Component Characteristics)	32
2.7.3	QFD Level 3 (Process Requirements)	32
2.8	<i>Cost Benefit Analysis</i>	33
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		37
3.1	Flowchart Metodologi Penelitian.....	37
3.2	Penjelasan <i>Flowchart</i>	39
3.2.1	Tahapan Identifikasi dan Perumusan Masalah	39
3.2.2	Studi Literatur dan Lapangan	40
3.2.3	Tahapan Perancangan Alat	40
3.2.4	Tahapan Pengumpulan Data.....	41
3.2.4	Tahapan Pengolahan Data dan Pengembangan Alat	41
3.2.5	Tahapan Analisis dan Interpretasi Data.....	42
3.2.6	Tahap Kesimpulan dan Saran	42
BAB 4 PENGOLAHAN DATA DAN PENGEMBANGAN ALAT.....		43
4.1	Pengumpulan Data dengan Kuesioner	43
4.1.1	Identifikasi Voice of Customer dan Atribut	43
4.1.2	Data Kuesioner	45
4.2	QFD Level 1 (<i>Technical Requirements</i>).....	51
4.2.1	Penentuan Kepentingan Atribut.....	52

4.2.2	Evaluasi Alat Pengolahan	53
4.2.3	Objektif Produk.....	55
4.2.4	Technical Requirement Atribut.....	56
4.2.5	Matriks Hubungan Antara Technical Requirements Dengan Customer Requirements	57
4.2.6	Hubungan Interaksi Antara Technical Requirements	59
4.2.7	Penilaian Peringkat Kepentingan Pada Matriks QFD level 1	60
4.2.8	Pengembangan Technical Requirements	62
4.3	QFD Level 2 (<i>Component Characteristics</i>)	64
4.3.1	Component Characteristics	64
4.3.2	Matriks Hubungan Antara Component Characteristics Dengan Technical Requirements.....	73
4.3.3	Penilaian Peringkat Kepentingan Matriks QFD level 2	77
4.3.4	Pengembangan Component Characteristics	82
4.4	QFD Level 3 (<i>Process Requirements</i>).....	90
4.4.1	Process Requirements	90
4.4.2	Matriks Hubungan Antara Process Requirements Dengan Component Characteristics	92
4.4.3	Penilaian Peringkat Kepentingan Matriks QFD level 3	97
4.4.4	Pengembangan Process Requirements.....	101
4.5	<i>Automation Acceptance Model (AAM)</i>	106
4.6	Desain Pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas	109
4.7	<i>Cost Benefit Analysis</i>	113
BAB 5	ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA	117
5.1	Analisis QFD level-1 (<i>Technical Requirements</i>)	117
5.2	Analisis QFD level-2 (<i>Component Characteristics</i>).....	123

5.3	Analisis QFD level-3 (<i>Process Requirements</i>)	129
5.4	Analisis Pengaruh Penerimaan Otomasi Model AAM	138
5.5	Analisis Hasil Desain Pengembangan Alat.....	139
5.5.1	Konsep Ide Pengembangan Alat.....	139
5.5.2	Evaluasi Alat Hasil Pengembangan Konsep Ide Baru.....	139
5.6	Analisis Kelayakan Finansial Dalam <i>Cost Benefit Analysis</i>	141
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	143
6.1	Kesimpulan	143
6.2	Saran	144
	DAFTAR PUSTAKA.....	145
	LAMPIRAN A	147
	LAMPIRAN B.....	153
	LAMPIRAN C-1	157
	LAMPIRAN C-2	160
	LAMPIRAN C-3	163
	LAMPIRAN C-4	165
	LAMPIRAN D-1	167
	LAMPIRAN D-2	169
	LAMPIRAN D-3	172
	LAMPIRAN D-4	174
	LAMPIRAN E-1.....	176
	LAMPIRAN E-2.....	178
	LAMPIRAN F	180
	LAMPIRAN G	182
	BIODATA PENULIS	183

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Produksi Komoditas Kecamatan Ngancar Tahun 2014.....	4
Tabel 1.2 Matriks Kesamaan Proses Produksi Komoditas Kecamatan Ngancar, Kediri.....	6
Tabel 1.3 Evaluasi Proses Pengolahan Komoditas Nanas, Jahe Merah, dan Mengkudu Eksisting.....	7
Tabel 2.1 Data Pendapatan Domestik Regional Bruto Kabupaten Kediri Tahun 2015.....	12
Tabel 2.2 Daftar Produk Turunan Komoditas Nanas, Jahe Merah, dan Mengkudu	13
Tabel 2.3 <i>Bill of Material</i> (BOM) <i>Table</i> Alat Otomasi Daur Ulang Kertas	17
Tabel 2.4 Simbol Hubungan Antara Respon Teknis Dengan Kebutuhan Pelanggan	31
Tabel 4.1 Daftar Responden atau UKM Untuk Penelitian Pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas	43
Tabel 4.2 Rekap Hasil Penentuan Atribut.....	44
Tabel 4.3 Rekap Hasil Penentuan Kepentingan Atribut	52
Tabel 4.4 Penilaian Evaluasi Produk	55
Tabel 4.5 Perhitungan Objektif Produk	55
Tabel 4.6 <i>Technical Requirements</i> Atribut	57
Tabel 4.7 Simbol hubungan dalam HOQ.....	58
Tabel 4.8 Pengembangan <i>Technical Requirements</i>	62
Tabel 4.9 Metode Eksisting Proses Pengolahan Nanas, Jahe Merah, dan Mengkudu	64
Tabel 4.10 Alternatif Pemilihan Komponen Proses Penghalusan	65
Tabel 4.11 Alternatif Pemilihan Komponen Proses Pencetakan	66
Tabel 4.12 Alternatif Pemilihan Komponen Proses Pendidihan.....	67
Tabel 4.13 <i>Component Characteristics</i> Sistem Penghalusan	68
Tabel 4.14 <i>Component Characteristics</i> Sistem Penghalusan	69
Tabel 4.15 <i>Component Characteristics</i> Sistem Pendidihan.....	71

Tabel 4.16 <i>Component Characteristics</i> Sistem Pendidikan	72
Tabel 4.17 Pengembangan <i>Component Characteristics</i> Sistem Penghalusan	82
Tabel 4.18 Pengembangan <i>Component Characteristics</i> Sistem Pencetakan	84
Tabel 4.19 Pengembangan <i>Component Characteristics</i> Sistem Pendidikan.....	87
Tabel 4.20 Pengembangan <i>Component Characteristics</i> Sistem Kontrol	89
Tabel 4.21 <i>Component Characteristics</i> Produk Buat dan Beli Alat Pengolahan Multi Komoditas	91
Tabel 4.22 Pengembangan <i>Process Requirements</i> Sistem Penghalusan	101
Tabel 4.23 Pengembangan <i>Process Requirements</i> Sistem Pencetakan	102
Tabel 4.24 Pengembangan <i>Process Requirements</i> Sistem Pendidikan	104
Tabel 4.25 Pengembangan <i>Process Requirements</i> Sistem Kontrol.....	105
Tabel 4.26 Keterangan Variabel Berpengaruh Dalam Model AAM.....	106
Tabel 4.27 Rekap Kuesioner dan Hasil Perhitungan <i>Total Score</i>	107
Tabel 4.28 Konsep Ide Hasil Penjabaran Metode QFD	109
Tabel 4.29 Konsep Ide Hasil Penjabaran Variabel Produsen Pada Model AAM	111
Tabel 4.30 Total Pengeluaran per Tahun <i>Challenger</i>	114
Tabel 4.31 Total Pengeluaran per Tahun <i>Defender</i>	115
Tabel 4.32 Pendapatan Dari Penghematan Penggunaan Alat Pengolahan Multi- Komoditas.....	115
Tabel 4.33 <i>Net Present Value</i> untuk <i>Challenger</i>	116
Tabel 4.34 <i>Net Present Value</i> untuk <i>Defender</i>	116
Tabel 5.1 <i>Technical Requirements</i>	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik PDRB Kabupaten Kediri Menurut Lapangan Usaha Tahun 2014 (juta rupiah).....	2
Gambar 1.2 Grafik Perbandingan Pertumbuhan Sektor Komoditas dan Sektor Pengolahan Kab. Kediri Tahun 2011-2014.....	3
Gambar 2.1 Peta Daerah Kabupaten Kediri	11
Gambar 2.2 Kunjungan Pameran Produk Komoditas di Kecamatan Ngancar	14
Gambar 2.3 Desain <i>Prototype</i> Alat Otomasi Daur Ulang Kertas	15
Gambar 2.4 <i>Flowchart</i> Mekanisme Kerja Alat Otomasi Daur Ulang Kertas	16
Gambar 2.5 BOM <i>Tree</i> Alat Otomasi Daur Ulang Kertas.....	20
Gambar 2.6 Alur Proses Perakitan dan <i>Prototyping</i> Alat Otomasi Daur Ulang Kertas	22
Gambar 2.7 <i>Prototype</i> Alat Otomasi Daur Ulang Kertas	23
Gambar 2.8 Kuadran Jenis-Jenis Prototype	25
Gambar 2.9 Tahap Perancangan Produk.....	25
Gambar 2.10 <i>Automation Acceptance Model</i>	27
Gambar 2.11 Matriks <i>Quality Function Deployment</i>	29
Gambar 2.12 Tahapan HoQ Dalam QFD.....	30
Gambar 3.1 Flowchart Rencana Kegiatan	37
Gambar 4.1 Presentase Responden Yang Menggunakan Alat Otomatis	45
Gambar 4.2 Presentase Responden Yang Membutuhkan Alat Otomasi.....	46
Gambar 4.3 Presentase Responden Yang Membutuhkan Alat Pengolahan Multi- Komoditas	46
Gambar 4.4 Presentase Rata-Rata Kecepatan Produksi.....	47
Gambar 4.5 Presentase Rata-Rata Jumlah Produksi Eksisting	47
Gambar 4.6 Presentase Rata-Rata Kapasitas Produksi Yang Diharapkan.....	48
Gambar 4.7 Presentase Responden Yang Membutuhkan Tombol Pengontrol	48
Gambar 4.8 Presentase Pemilihan Material Alat Otomasi.....	49
Gambar 4.9 Presentase Pemilihan Dimensi Alat Otomasi.....	50
Gambar 4.10 Presentase Rata-Rata Umur Pakai Alat.....	50

Gambar 4.11 Presentase Rata-Rata Harga Alat.....	51
Gambar 4.12 Matriks Hubungan <i>Technical Requirements</i> dan Atribut-Atribut Dalam <i>Customer Requirements</i>	58
Gambar 4.13 Hubungan Antar <i>Technical Requirements</i>	60
Gambar 4.14 Matriks Nilai Hubungan <i>Customer Requirements</i> dan <i>Technical Requirements</i>	61
Gambar 4.15 Hubungan <i>Component Characteristics</i> dan <i>Technical Requirements</i> Sistem Penghalusan	74
Gambar 4.16 Hubungan <i>Component Characteristics</i> dan <i>Technical Requirements</i> Sistem Pencetakan	75
Gambar 4.17 Hubungan <i>Component Characteristics</i> dan <i>Technical Requirements</i> Sistem Pendidihan	76
Gambar 4.18 Hubungan <i>Component Characteristics</i> dan <i>Technical Requirements</i> Sistem Kontrol	77
Gambar 4.19 Matriks Nilai Hubungan <i>Technical Requirements</i> dan <i>Component Characteristics</i> Sistem Penghalusan.....	78
Gambar 4.20 Matriks Nilai Hubungan <i>Technical Requirements</i> dan <i>Component Characteristics</i> Sistem Pencetakan.....	79
Gambar 4.21 Matriks Nilai Hubungan <i>Technical Requirements</i> dan <i>Component Characteristics</i> Sistem Pendidihan.....	80
Gambar 4.22 Matriks Nilai Hubungan <i>Technical Requirements</i> dan <i>Component Characteristics</i> Sistem Kontrol	81
Gambar 4.23 Hubungan <i>Component Characteristics</i> dan <i>Process Requirements</i> Sistem Penghalusan	93
Gambar 4.24 Hubungan <i>Component Characteristics</i> dan <i>Process Requirements</i> Sistem Pencetakan	94
Gambar 4.25 Hubungan <i>Component Characteristics</i> dan <i>Process Requirements</i> Sistem Pendidihan	95
Gambar 4.26 Hubungan <i>Component Characteristics</i> dan <i>Process Requirements</i> Sistem Kontrol	96
Gambar 4.27 Matriks Nilai Hubungan <i>Component Characteristics</i> dan <i>Process Requirements</i> Sistem Penghalusan	97

Gambar 4.28 Matriks Nilai Hubungan <i>Component Characteristics</i> dan <i>Process Requirements</i> Sistem Pencetakan.....	98
Gambar 4.29 Matriks Nilai Hubungan <i>Component Characteristics</i> dan <i>Process Requirements</i> Sistem Pendidihan.....	99
Gambar 4.30 Matriks Nilai Hubungan <i>Component Characteristics</i> dan <i>Process Requirements</i> Sistem Kontrol.....	100
Gambar 4.31 Model AAM Alat Pengolahan Multi-Komoditas Kecamatan Ngancar, Kediri.....	108
Gambar 4.32 Desain Baru Hasil Pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas	112
Gambar 4.33 Desain Baru Hasil Pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas Dengan Cover Pelindung	112

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 <i>Relative Importance Index</i> (RII)	20
Persamaan 2.2 <i>Importance Rate</i> (IR)	20
Persamaan 2.3 <i>Weight</i>	21
Persamaan 2.4 <i>Net Benefit</i>	22
Persamaan 2.5 <i>Benefit Cost Ratio</i>	22
Persamaan 2.6 <i>Incremental Benefit Cost Ratio</i>	23
Persamaan 2.7 <i>Net Present Value</i> BCR	23
Persamaan 2.8 NPV	23

BAB 1

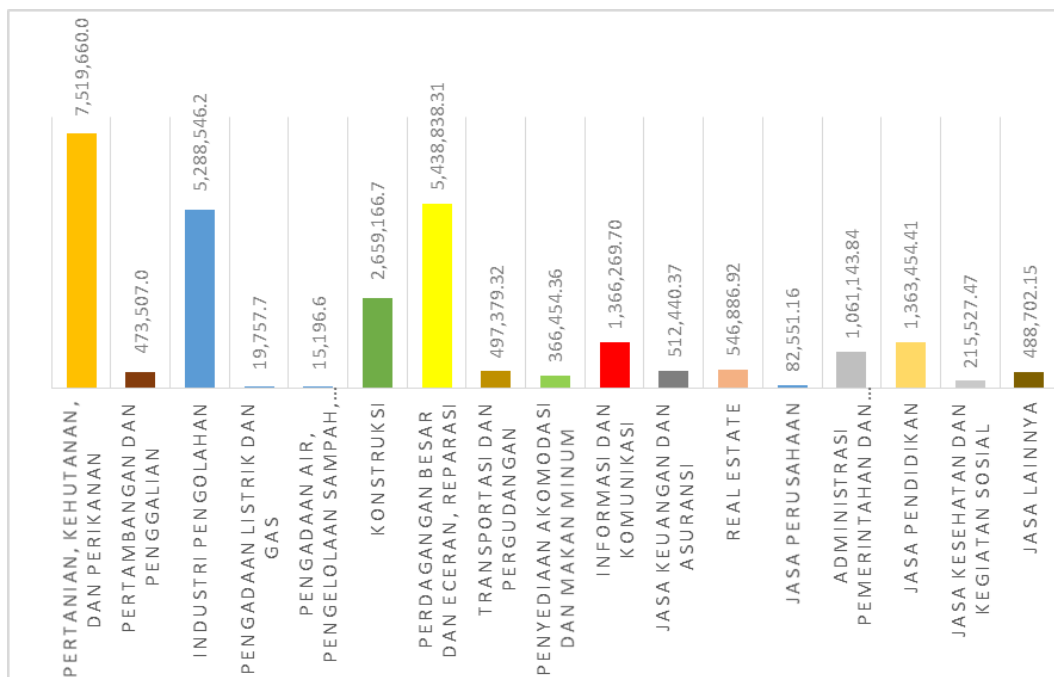
PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan berikut akan dijelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta ruang lingkup dari penelitian.

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi berperan penting dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Untuk menunjang pertumbuhan ekonomi, setiap daerah memiliki sektor unggulan yang berbeda-beda tergantung dari kondisi geografis dan sumber daya yang dimiliki. Mengingat Indonesia merupakan negara yang agraris, maka sektor pertanian dan perkebunan memegang peranan yang penting dalam perekonomian sebagian besar daerah. Kementerian Pertanian (2015) mencatat bahwa komoditas pertanian berhasil mencapai ekspor 3,032 juta ton dan menyumbangkan devisa sebesar US\$ 2,28 miliar. Di sisi lain, menurut data yang dikeluarkan oleh Pusat Data dan Informasi (Pusdatin) Kementerian Pertanian, sektor perkebunan berhasil menyumbang ekspor 2,96 juta ton pada Januari 2015 dan menyumbang devisa sebesar US\$ 2,19 miliar.

Kabupaten Kediri merupakan salah satu kabupaten di provinsi Jawa Timur dengan potensi komoditas yang menjanjikan di bidang pertanian dan perkebunan. Berdasarkan Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Kediri tahun 2014 pada gambar 1.1, data menunjukkan bahwa sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan telah menjadi penyumbang terbesar terhadap PDRB Kabupaten Kediri. Kontribusi sektor tersebut telah mencapai Rp 7.519 Triliun atau sebesar 26,94% dari total PDRB tahun 2014. Sedangkan untuk subsektor pertanian dan perkebunan memberikan kontribusi sebesar 81.77% dari pendapatan sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan. Besarnya kontribusi subsektor pertanian dan perkebunan menunjukkan besarnya ketergantungan Kabupaten Kediri terhadap industri komoditas tersebut.

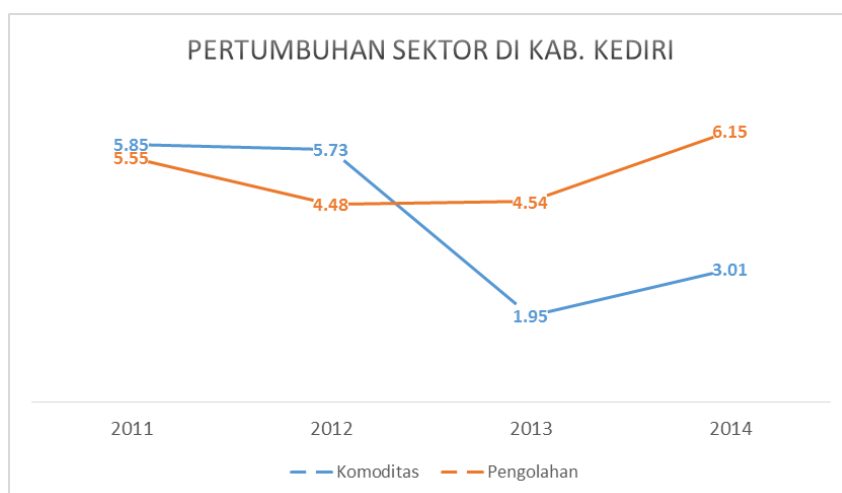


Gambar 1.1 Grafik PDRB Kabupaten Kediri Menurut Lapangan Usaha Tahun 2014 (juta rupiah)

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2015)

Ketergantungan Kabupaten Kediri terhadap sektor pertanian dan perkebunan menjadi ancaman (*threat*) bagi pertumbuhan ekonomi daerah. Berdasarkan angka sementara hasil pencacahan lengkap Sensus Pertanian 2013, jumlah pengelola pertanian dan perkebunan di Kabupaten Kediri mencapai total 198.937 rumah tangga usaha. Permasalahan muncul ketika statistik menunjukkan terjadinya penurunan yang drastis mengenai jumlah rumah tangga pertanian. Menurut Data Sensus Pertanian Tahun 2003, penurunan jumlah rumah tangga usaha tani tercatat sebanyak 72.484 rumah tangga dari 271.368 rumah tangga pada tahun 2003 menjadi 198.884 rumah tangga pada tahun 2013. Mengacu data tersebut, maka telah terjadi penurunan jumlah rumah tangga usaha tani sebesar 2,67% setiap tahunnya dalam kurun waktu sepuluh tahun (Badan Pusat Statistik, 2014). Apabila kondisi industri komoditas ini terus berlanjut maka akan berdampak langsung terhadap pendapatan daerah. Diprediksikan bahwa kondisi penurunan jumlah industri komoditas ini tidak akan berubah menjadi lebih baik, sebaliknya akan semakin menurun seiring perkembangan jaman.

Solusi yang dapat dilakukan untuk mengurangi ancaman ketergantungan Kabupaten Kediri terhadap sektor komoditas pertanian dan perkebunan adalah dengan melakukan aktivitas hilirisasi. Hilirisasi merupakan kegiatan pengolahan bahan mentah menjadi produk yang bernilai tambah. Dorongan untuk menerapkan hilirisasi ini didukung oleh data pada gambar 1.2 tentang perbandingan kondisi pertumbuhan sektor komoditas pertanian-perkebunan dan sektor industri pengolahan. Struktur lapangan usaha sebagian masyarakat Kota Kediri telah bergeser dari sektor komoditas ke sektor industri pengolahan. Pergeseran ini dapat dilihat dari besarnya kontribusi masing-masing sektor terhadap total PDRB. Selama kurun waktu tahun 2011-2014 nampak kecenderungan adanya penurunan kontribusi sektor komoditas, sedangkan pada sektor pengolahan nampak kecenderungan adanya peningkatan kontribusi.



Gambar 1.2 Grafik Perbandingan Pertumbuhan Sektor Komoditas dan Sektor Pengolahan Kab. Kediri Tahun 2011-2014

Sumber: Badan Pusat Statistik (2015)

Kecamatan Ngancar merupakan kecamatan yang memegang peranan penting dalam menghasilkan komoditas pertanian dan perkebunan di kabupaten Kediri. Komoditas unggulan yang dihasilkan di Ngancar, antara lain: Padi, Jagung, Nanas, Kopi, Kedelai, Mengkudu, Tomat, dan Ubi. Berikut merupakan data produksi komoditas Kecamatan Ngancar pada tahun 2015.

Tabel 1.1 Data Produksi Komoditas Kecamatan Ngancar Tahun 2014

Nama Komoditas	Produksi (kw)
Padi	52.430
Jagung	26.600
Nanas	1.328.399
Kopi	3.760
Mengkudu	7.477
Tomat	10.077
Ubi	28.120

Sumber: kedirikab.bps.go.id

Besarnya jumlah produksi bahan baku dan komoditas di Kecamatan Ngancar tidak diimbangi dengan jumlah produksi sekunder. Sebagian besar dari komoditas dijual ke daerah lain secara langsung tanpa melalui aktivitas bernilai tambah (*added value*). Padahal dengan meningkatkan nilai tambah produk maka kesejahteraan masyarakat dapat ditingkatkan. Agar dapat meningkatkan nilai tambah, maka usaha yang dilakukan adalah penerapan hilirisasi dengan mengembangkan aktivitas dan proses manufaktur untuk pengolahan komoditas.

Dalam menjalankan aktivitas pengolahan, hampir seluruh pelaku bisnis masih menggunakan proses yang konvensional dan manual. Pengolahan yang masih bersifat manual ini menyebabkan pelaku bisnis tidak dapat memaksimalkan bahan baku yang melimpah secara maksimal. Dari hasil *survey*, sebagian besar pelaku usaha hanya dapat mengolah 10 Kg komoditas dalam sehari. Padahal jika pelaku bisnis menggunakan alat produksi dengan konsep otomasi, maka kapasitas produksi dapat meningkat. Penggunaan alat produksi dengan konsep otomasi menjadi semakin penting karena dapat mereduksi *lead time* sehingga hasil produksi bertambah.

Permasalahan lain yang muncul dari aktivitas pengolahan bahan baku adalah harga produk primer yang selalu berubah secara musiman. Tidak setiap tahun pelaku usaha pengolahan bahan baku mendapat omset yang besar. Ketika harga dari suatu produk primer jatuh maka omset dari pelaku usaha pengolahan akan menurun bahkan merugi. Salah satu penyebab perubahan harga produk adalah

kondisi pasokan (*supply*) terhadap permintaan (*demand*) pasar. Jika jumlah *supply* melebihi *demand* maka harga produk di pasar akan menurun. Sebaliknya, jika jumlah *supply* tidak mampu memenuhi *demand* maka harga produk akan meningkat.

Solusi untuk menjawab tiga permasalahan di kecamatan Ngancar secara simultan adalah melalui pengolahan bahan baku secara fleksibel. Dalam strategi ini, produsen hanya akan memproduksi dan mengolah jenis produk primer yang mengalami kenaikan harga jual saja. Di saat yang bersamaan pelaku usaha tidak perlu mengolah komoditas yang tidak sedang dalam musim panen atau harga pasarnya sedang jatuh. Pengolahan komoditas yang fleksibel memberikan banyak keuntungan. Pelaku usaha hanya perlu berinvestasi pada satu alat pengolahan untuk memproses jenis produk berbeda. Untuk menunjang aktivitas pengolahan di Kecamatan Ngancar maka dibutuhkan alat produksi yang dapat diimplementasikan untuk multi-komoditas.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahan utama dari penelitian adalah bagaimana merancang dan mengembangkan alat yang dapat menjalankan proses pengolahan multi-komoditas di area pertanian dan perkebunan Kecamatan Ngancar, Kabupaten Kediri. Pada tahap perancangan, akan dipilih alat otomasi rujukan dari pengembangan Teknologi Tepat Guna (TTG) yang pernah dilakukan peneliti sebelumnya. Desain ulang dan evaluasi terhadap *prototype* terdahulu akan mempercepat proses pengembangan alat untuk multi-komoditas.

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner, komoditas yang dipilih oleh responden sebagai model produksi adalah nanas, jahe merah, dan mengkudu. Nanas dipilih karena komoditas ini merupakan produk unggulan dan memiliki jumlah produksi terbanyak di kecamatan Ngancar (lihat tabel 1.1). Jahe merah dipilih karena merupakan komoditas baru dan memiliki potensi yang besar di pasar. Mengkudu dipilih karena produk sekundernya digunakan sebagai obat yang memiliki *demand* yang besar di pasar. Selain itu pemilihan komoditas untuk pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas juga mempertimbangkan kesamaan proses produksi dan kemiripan *output*. Berikut pada tabel 1.2 merupakan matriks kesamaan proses untuk komoditas nanas, jahe merah, dan mengkudu.

Tabel 1.2 Matriks Kesamaan Proses Produksi Komoditas Kecamatan Ngancar, Kediri

No	Urutan Proses	Nanas	Jahe Merah	Mengkudu
1	Proses Penghalusan	v	v	v
2	Proses Pencetakan / Pemasakan	v	v	v
3	Proses Pendidihan	v	v	v
4	Proses Pengkristalan		v	
5	Proses Penepungan		v	
Output		Sari Nanas, Ampas Nanas	Sari Jahe, Ampas Jahe	Sari Mengkudu

Salah satu kriteria agar alat pengolahan dapat dikembangkan untuk mengolah beberapa komoditas sekaligus adalah memiliki kesamaan proses produksi. Tabel 1.2 memberikan informasi tentang kesamaan proses dari komoditas nanas, jahe merah, dan mengkudu. Urutan proses pada alat hasil pengembangan selanjutnya akan dibagi ke dalam proses penghalusan, pencetakan/pemasakan, dan pendidihan. Penelitian pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas menjadi sangat penting jika melihat dari kelemahan-kelemahan proses manual. Berikut pada tabel 1.3 merupakan hasil evaluasi dari proses manual pengolahan komoditas.

Tabel 1.3 Evaluasi Proses Pengolahan Komoditas Nanas, Jahe Merah, dan Mengkudu Eksisting

Jenis Komoditas	Proses Penghalusan	Proses Pencetakan / Pemasaran	Proses Pendiidihan
Nanas	Umumnya masih menggunakan metode pemasakan untuk mengeluarkan sari sehingga membutuhkan waktu produksi yang lama	Penggunaan metode pemasakan untuk mengeluarkan sari menyebabkan sari nanas akan tercampur dengan air	Penggunaan kompor gas membutuhkan konsumsi energi lebih besar dan tingkat keamanan rendah
Jahe Merah	Penghalusan menggunakan alat parut kelapa dan alat konvensional yang tidak menjamin kebersihan dan kualitas kehalusan <i>output</i>	Menggunakan metode penumbukan dan pemerasan konvensional menyebabkan waktu produksi lebih lama. Selain itu dibutuhkan tenaga ekstra untuk melakukan pemerasan	Penggunaan kompor gas membutuhkan konsumsi energi lebih besar dan tingkat keamanan rendah
Mengkudu	Menggunakan proses pemotongan untuk menghaluskan komoditas. Menyebabkan waktu produksi. Tekstur yang dihasilkan masih kurang halus	Penggunaan metode pemerasan manual untuk mengeluarkan sari. Jumlah <i>output</i> tidak maksimal karena tekanan kurang kuat.	Penggunaan kompor gas membutuhkan konsumsi energi lebih besar dan tingkat keamanan rendah

Agar dapat memberikan manfaat yang lebih besar bagi industri pengolahan komoditas dan memperbaiki evaluasi proses eksisting, maka alat produksi perlu dirancang meggunakan konsep otomasi. Menurut Groover (2000), penerapan konsep otomasi dalam industri memberikan keuntungan antara lain: meningkatkan produktivitas pekerja, meningkatkan keamanan kerja, meningkatkan kualitas produk, mengurangi *manufacturing lead time*, serta menurunkan biaya produksi dan *loses*.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan utama dari penelitian adalah bagaimana merancang dan mengembangkan *prototype* yang dapat menjalankan proses pengolahan multi-komoditas pertanian dan perkebunan dengan konsep otomasi sehingga dapat meningkatkan nilai tambah produk di Kecamatan Ngancar, Kediri.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah, tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Melakukan perancangan dan pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas yang ditujukan untuk masyarakat dan pelaku usaha di Kecamatan Ngancar, Kediri.
2. Mengimplementasikan metode-metode dalam Teknik Industri dalam mengidentifikasi kebutuhan konsumen dan menguji penerimaan teknologi otomasi di masyarakat.
3. Melakukan pengujian kelayakan melalui perbandingan *cost benefit* yang didapatkan antara penggunaan alat otomasi pengolahan komoditas dan penggunaan proses secara manual.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dengan dilakukannya penelitian ini antara lain:

1. Didapatkan *prototype* yang dapat membantu menyelesaikan masalah proses pengolahan komoditas sehingga *output* yang dihasilkan lebih banyak dan cepat.
2. Didapatkan pengembangan model *Automation Acceptance Model*.
3. Didapatkan peluang bisnis dalam pemasaran alat inovatif untuk pengolahan komoditas.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian terdiri dari batasan dan asumsi dalam pengerjaan penelitian. Melihat penelitian ini menyangkut beberapa disiplin ilmu, maka batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1.5.1 Batasan Penelitian

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Sasaran dan objek dari perancangan alat pengolahan daur ulang adalah usaha dengan skala kecil dan menengah di Kecamatan Ngancar, Kediri.

2. Produk komoditas yang dipilih sebagai objek amatan adalah nanas, jahe merah, dan mengkudu.
3. Pengolahan data QFD dibatasi hanya sampai level 3.

1.5.2 Asumsi Penelitian

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Suku bunga diasumsikan tidak berubah setiap tahunnya dengan *rate* 4%.
2. Depresiasi dari komponen dan kenaikan biaya diasumsikan sebesar 10% per tahun.
3. Waktu kerja dilakukan selama 240 hari dalam satu tahun. Dalam satu hari aktivitas produksi berjalan dalam 1 *shift* (delapan jam)
4. Produk turunan sudah ditentukan terlebih dahulu.

1.6 Sistematika Penelitian

Penulisan laporan penelitian Tugas Akhir terdiri dari tujuh bab yang tertulis secara sistematis dan saling berkorelasi sesuai dengan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian. Berikut merupakan sistematika penulisan dalam laporan Tugas Akhir:

BAB I PENDAHULUAN

Bab I mengulas tentang pendahuluan dan gambaran umum permasalahan penelitian yang meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta ruang lingkup yang berisi batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab II akan menjelaskan tentang teori-teori pendukung dan penunjang yang digunakan penelitian Tugas Akhir. Teori-teori yang dibahas dalam tinjauan pustaka antara lain yaitu berhubungan dengan *Automation Acceptance Model* (AAM), *Quality Function Deployment* (QFD), dan *cost benefit analysis*. Selain itu, pada Bab ini juga diuraikan mengenai informasi gambaran umum daerah yang

menjadi objek amatan dalam penelitian dan konsep perancangan-pengembangan produk.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah kerangka pemecahan masalah dalam penelitian dibahas pada bagian ini mulai dari tahap awal, yaitu studi pendahuluan hingga tahap akhir penarikan kesimpulan.

BAB IV PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA

Bab IV berisi tentang data-data dan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian. Selanjutnya akan dilakukan proses pengolahan terhadap data-data yang terkumpul dengan tujuan untuk menemukan jawaban atas permasalahan yang ada. Selain itu pada Bab ini juga dibahas tentang perancangan dan pengembangan *prototype* alat otomasi.

BAB VI ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada Bab VI akan dijelaskan mengenai analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil analisis dapat berupa hubungan sebab-akibat, evaluasi, dan rekomendasi perbaikan.

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab VII akan diberikan kesimpulan akhir yang merupakan hasil dari penelitian. Selain itu, saran juga akan diberikan sebagai acuan kepada pihak atau *stakeholder* dalam melakukan implementasi penelitian.

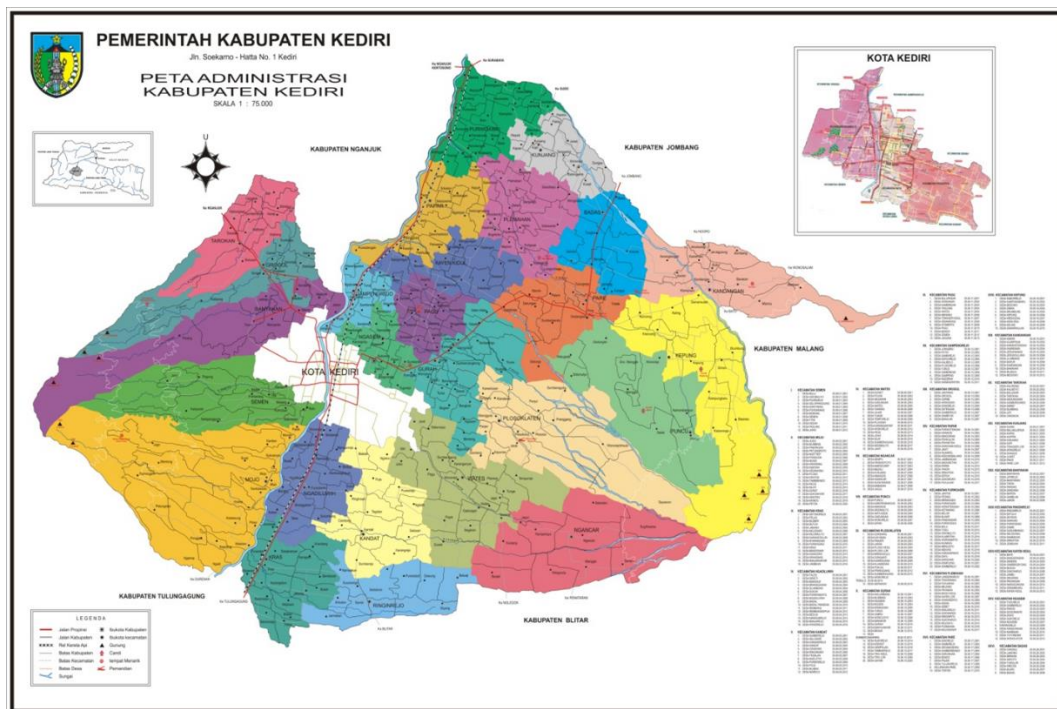
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan tentang teori-teori pendukung dan penunjang serta studi yang berhubungan dengan penelitian tugas akhir, antara lain tinjauan tentang gambaran umum objek amatan, proses manufaktur, manajemen perancangan produk dan pengembangan produk, *automation acceptance model* (AAM), *quality function deployment* (QFD), dan *cost benefit analysis* (CBA).

2.1 Gambaran Umum Objek Amatan

Kabupaten Kediri memiliki 26 Kecamatan dengan luas total 1.386,05 km² yang ditunjang oleh kondisi geografis yang baik, tanah yang subur, dan sumber daya manusia yang memadai. Diperkirakan 34,14% dari total luas lahan atau seluas 47.320 Ha digunakan sebagai lahan pertanian. Diperkirakan pula 6,38% dari total luas lahan atau seluas 8.849 Ha digunakan sebagai lahan perkebunan (Bapedda, 2016).



Gambar 2.1 Peta Daerah Kabupaten Kediri
Sumber: Pemerintah Kabupaten Kediri

Kabupaten Kediri memiliki tujuh belas jenis sektor industri non-migas. Masing-masing sektor memiliki kondisi dan kontribusi yang berbeda. Jika dilihat dari tabel 2.1, sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan merupakan sektor dengan kontribusi terbesar terhadap PDRB Kabupaten Kediri. Sedangkan sektor dengan kontribusi terkecil terhadap PDRB adalah sektor pengelolaan sampah dan limbah. Berikut merupakan data kondisi aktual dari sektor non-migas di Kabupaten Kediri.

Tabel 2.1 Data Pendapatan Domestik Regional Bruto Kabupaten Kediri Tahun 2015

Sektor Industri	PDRB Kota Kediri (juta rupiah)					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	4,420,552.4	4,875,423.1	5,455,972.4	6,105,262.6	6,717,621.9	7,519,660.0
Penggalian	292,214.6	332,985.3	371,817.3	384,834.7	409,180.9	473,507.0
Industri Pengolahan	3,250,101.1	3,589,198.6	4,058,480.2	4,387,903.7	4,794,904.6	5,288,546.2
Gas	13,221.6	14,589.7	16,629.2	18,351.3	19,195.3	19,757.7
Pengelolaan Sampah, Limbah	9,615.4	10,623.4	11,558.0	13,032.1	14,417.7	15,196.6
Konstruksi	1,513,152.5	1,676,606.3	1,873,733.5	2,102,765.5	2,392,269.9	2,659,166.7
Perdagangan Besar dan Eceran, Reparasi	3,068,662.43	3,501,885.54	3,932,142.13	4,363,555.09	4,974,860.00	5,438,838.31
Pergudangan	268,538.18	299,531.17	332,731.13	367,843.55	428,706.33	497,379.32
Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	197,478.77	224,734.44	250,453.03	283,291.50	319,572.99	366,454.36
Komunikasi	733,326.63	871,545.27	974,862.38	1,089,794.57	1,228,503.02	1,366,269.70
Asuransi	262,967.42	295,021.67	336,577.52	388,963.93	453,324.41	512,440.37
Real Estate	312,966.87	357,707.56	408,213.18	443,849.98	499,801.34	546,886.92
Jasa Perusahaan	46,638.37	52,913.31	60,382.18	66,397.27	75,321.13	82,551.16
Pemerintahan dan Pertahanan	712,572.73	792,851.64	871,989.68	972,280.88	1,029,288.54	1,061,143.84
Jasa Pendidikan	781,382.50	887,592.80	986,555.84	1,119,718.50	1,239,148.43	1,363,454.41
Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	111,489.98	129,786.63	153,042.54	174,072.10	192,442.41	215,527.47
Jasa lainnya	318,117.27	341,464.42	377,639.06	400,613.54	433,895.59	488,702.15
PDRB Total	16,312,998.6	18,254,460.9	20,472,779.3	22,682,530.8	25,222,454.5	27,915,482.1

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Kediri (2015)

Kecamatan Ngancar terletak tenggara Kabupaten Kediri, tepatnya di kaki Gunung Kelud. Kecamatan Ngancar memiliki luas wilayah 94,05 Km² yang terdiri dari sepuluh desa. Sebagian besar dari daerah Kecamatan Ngancar merupakan lahan perkebunan dan pertanian yang terletak di dataran tinggi. Perolehan PBB Kecamatan Ngancar sebesar Rp 773,588 juta rupiah pada tahun 2014.

Usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi daerah adalah dengan hilirisasi atau produksi sekunder. Produksi sekunder merupakan aktivitas menambah nilai (*value-added*) dengan memproses produk bahan baku menjadi bahan setengah jadi. Dengan menggunakan produksi sekunder maka bahan mentah atau produk primer dapat menjadi beberapa produk turunan. Berikut pada tabel 2.2 merupakan daftar produk-produk turunan dari nanas, jahe merah, dan mengkudu yang merupakan komoditas pertanian-perkebunan utama dari Kecamatan Ngancar.

Tabel 2.2 Daftar Produk Turunan Komoditas Nanas, Jahe Merah, dan Mengkudu

Nama Komoditas	Produk Turunan Primer
Nanas	Sari nanas
	Dodol Jagung
	Selai
	Keripik Nanas
Jahe Merah	Sari Jahe Merah
	Bubuk Minuman
	Ampas Pakan Ternak
Mengkudu	Obat Sari Mengkudu
	Ampas Pakan Ternak

Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Adi, perwakilan Dinas Pertanian Kabupaten Kediri (gambar 2.2), sebagian besar komoditas pertanian dan perkebunan di kecamatan Ngancar langsung dijual sebagai produk konsumsi hanya untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Beberapa produk komoditas seperti nanas, memiliki masa panen yang tidak tergantung oleh musim. Namun diakui bahwa naik turunnya harga komoditas merupakan masalah utama dimana pelaku usaha komoditas sering mengalami kerugian ketika harga mengalami penurunan yang drastis. Penyebab utama naik turunnya harga komoditas adalah kondisi *supply* terhadap *demand* yang terjadi di pasar.



Gambar 2.2 Kunjungan Pameran Produk Komoditas di Kecamatan Ngancar

2.2 Alat Otomasi Daur Ulang Kertas

Pada subbab 2.2 berikut akan dibahas mengenai proses perancangan *prototype* inisial yaitu Alat Otomasi Daur Ulang Kertas. Perancangan Alat Otomasi Daur Ulang Kertas merupakan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Santosa dan Prasetyawan (2016). Alat Otomasi Daur Ulang Kertas merupakan alat yang berfungsi untuk mengolah kertas limbah menjadi kertas daur ulang. Pada ini akan dijelaskan secara detail mengenai deskripsi alat yang terdiri dari komponen alat, susunan *Bill of Material* (BOM), proses perakitan komponen, dan hasil proses *prototyping*.

2.2.1 Desain Perancangan Prototype

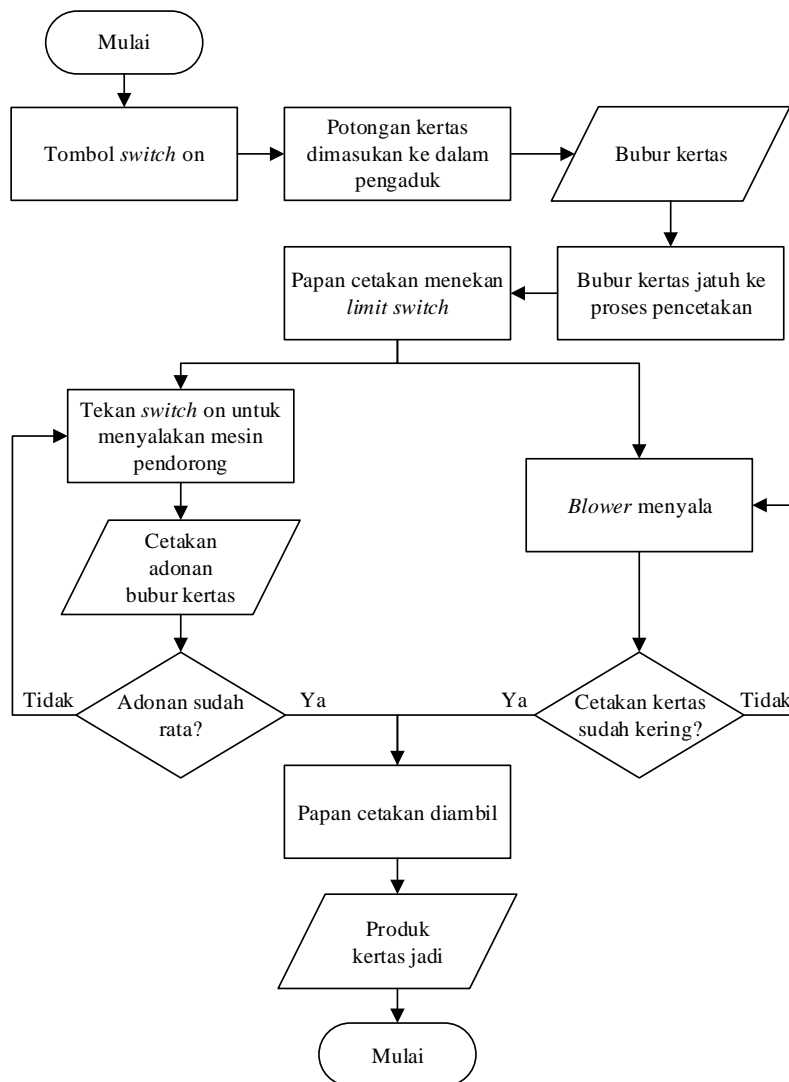
Sebelum melakukan proses *prototyping*, desain alat dibuat dan dirancang terlebih dahulu. Desain alat dirancang dengan fungsi sebagai model dari *prototype* sebelum proses perakitan dimulai. Hal ini bertujuan untuk mengevaluasi dimensi, konsep kerja, dan *layout* komponen. Berikut pada gambar 2.3 merupakan desain perancangan dari *prototype* Alat Otomasi Daur Ulang Kertas.



Gambar 2.3 Desain *Prototype* Alat Otomasi Daur Ulang Kertas

2.2.2 *Mekanisme Kerja Alat*

Prototype Alat Otomasi Daur Ulang Kertas memiliki konsep kerja semi-otomasi. Oleh karena itu, untuk mengoperasikan alat diperlukan seorang operator untuk mengontrol kerja alat. Berikut pada gambar 2.4 merupakan *flowchart* mekanisme kerja dari Alat Otomasi Daur Ulang Kertas.



Gambar 2.4 *Flowchart* Mekanisme Kerja Alat Otomasi Daur Ulang Kertas

Proses yang bekerja pada alat otomasi daur ulang kerja bekerja secara seri dan parallel. Proses yang bekerja secara seri adalah proses penghalusan. Sedangkan proses yang bekerja secara parallel adalah proses pencetakan bubur kertas dan proses pengeringan.

2.2.3 *Bill of Material (BOM) Table*

Pada subbab 2.2.3 berikut ini merupakan rangkuman dari komponen-komponen dari Alat Otomasi Daur Ulang Kertas. *BOM Table* berfungsi untuk merekap daftar kebutuhan material dan keputusan jual-buat ke dalam tabel. Berikut merupakan *BOM Table* dari Alat Otomasi Daur Ulang Kertas.

Tabel 2.3 *Bill of Material* (BOM) Table Alat Otomasi Daur Ulang Kertas

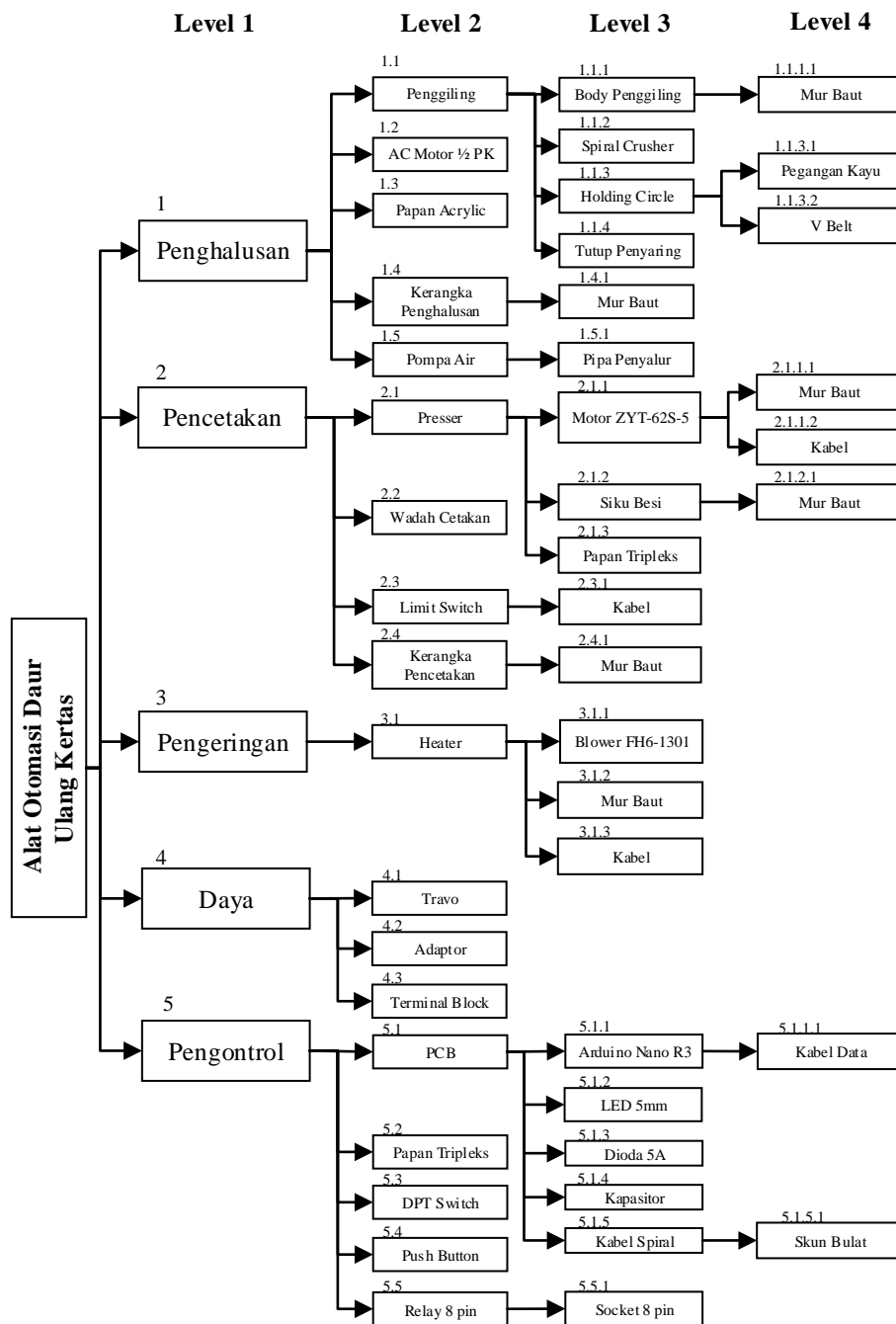
No. Komp	Komponen	Jumlah	Fungsi	Beli/Buat
1	Fungsi: Penghalusan			
1.1	Penggiling	1	Menghancurkan dan menggiling bahan menjadi lebih halus (bubur kertas)	Beli
1.1.1	Body Penggiling	1	Sebagai wadah tempat spiral crusher berputar untuk menghancurkan bahan	Beli
1.1.1.1	Mur Baut	2	Mengunci penggiling dengan kerangka	Beli
1.1.2	Spiral Crusher	1	Pengaduk dan penghancur bahan melalui gerakan mekanik	Beli
1.1.3	Holding circle	1	Berfungsi meneruskan tenaga putaran motor untuk menggerakkan spiral crusher	Beli
1.1.3.1	Pegangan Kayu	1	sebagai komponen cadangan untuk fungsi kerja manual dalam menggerakkan spiral crusher	Beli
1.1.3.2	V Belt	1	Mentransmisikan gaya gerak dari motor untuk memutar holding circle	Beli
1.1.4	Tutup penyaring	1	Membantu spiral crusher untuk menghancurkan bahan menjadi partikel yang lebih halus	Beli
1.2	AC Motor 1/2 PK	1	Mengubah listrik menjadi gaya gerak	Beli
1.3	Papan penyalur	1	Menjadi wadah untuk menyalurkan bubur kertas ke proses pencetakan	Beli dan Buat
1.4	Kerangka Penghalusan	1	Sebagai penyangga komponen	Beli dan Buat
1.4.1	Mur Baut	28	Mengunci seluruh komponen proses penghalusan pada kerangka	Beli
1.5	Pompa air	1	Mengalirkan air bersih dan cairan kimia menuju body penggiling	Beli
1.5.1	Selang air	1	Sebagai saluran air yang menghubungkan pompa air dengan penggiling	Beli
2	Fungsi: Pencetakan			
2.1	Presser	1	Memeras kandungan air pada bubur kertas sekaligus mencetaknya pada wadah cetakan	Beli

2.1.1	Motor ZYT-62S-5	1	Menggerakkan papan tripleks secara vertikal	Beli
2.1.1.1	Mur Baut	2	Mengunci presser pada kerangka	Beli
2.1.1.2	Kabel	1	Penghantar arus listrik	Beli
2.1.2	Siku Besi	2	Sebagai penyangga antara motor dengan papan tripleks	Beli dan Buat
2.1.2.1	Mur Baut	4	Mengunci siku besi dengan papan tripleks	Beli
2.1.3	Papan Tripleks	1	Sebagai bidang penekan bubur kertas	Beli dan Buat
2.2	Wadah Cetakan Tripleks	1	Menampung bubur kertas saat proses pressing dan pencetakan berlangsung	Beli dan Buat
2.3	Limit Switch	2	Sebagai sensor yang memberikan sinyal pada microcontroller	Beli
2.3.1	Kabel	1	Penghantar arus listrik	Beli
2.4	Kerangka Pencetakan	1	Sebagai penyangga komponen-komponen proses pencetakan	Beli dan Buat
2.4.1	Mur Baut	20	Pengunci antara komponen dengan kerangka	Beli
3 Fungsi: Pengeringan				
3.1	Heater	2	Pengering bubur kertas hasil cetakan	Beli
3.1.1	Blower FH6-1301	2	Mengalirkan udara hangat	Beli
3.1.2	Kabel	1	Penghantar arus listrik	Beli
3.1.2	Mur Baut	40	Pengunci Blower dengan kerangka	Beli
4 Fungsi: Daya				
4.1	Travo	1	Menaikan dan menurunkan tegangan listrik	Beli
4.2	Power Supply	1	Mensuplai arus listrik dan mengubah tegangan AC menjadi DC	Beli
4.3	Terminal Block	1	Sebagai tempat pembagian koneksi saluran kabel	Beli
5 Fungsi: Pengontrol				
5.1	PCB	3	Sebagai jalur konduktor yang berfungsi untuk menghubungkan komponen listrik	Beli
5.1.1	Arduino Nano R3	2	Sebagai otak dan pusat pemrograman untuk melaksanakan perintah dari sensor ke aktuator	Beli
5.1.1.1	Kabel Data	2	Memberikan koneksi untuk memberikan daya pada arduino	Beli
5.1.2	LED 5mm	1	Sebagai penanda microcontroller siap bekerja	Beli

5.1.3	Dioda 5A	10	Penstabil tegangan	Beli
5.1.4	Kapasitor	3	Menyimpan tegangan dan arus listrik	Beli
5.1.5	Kabel Spiral K5-6	1	Penghantar arus listrik	Beli
5.1.5.1	Skun bulat	10	Merapikan serabut kabel agar mudah tersambung dengan komponen	Beli
5.2	Papan Tripleks	1	Sebagai wadah untuk meletakkan instalasi pengontrol	Beli dan Buat
5.3	DPDT Switch	1	Merupakan tombol untuk menyalakan mesin agar bekerja atau padam	Beli
5.4	Push Button	1	Sebagai tombol perintah khususnya untuk proses pencetakan untuk menggerakkan presser	Beli
5.5	Relay 8 pin	4	Untuk menutup atau membuka kotak sakelar	Beli
5.5.1	Socket 8 pin	4	Sebagai tempat melekatnya relay	Beli

2.2.4 Bill of Material (BOM) Tree

Pada subbab 2.2.4 akan dijelaskan mengenai susunan komponen dari Alat Otomasi Daur Ulang Kertas dalam sebuah BOM *tree*. BOM *tree* berfungsi untuk memberikan informasi mengenai susunan perakitan komponen. Berikut merupakan BOM *tree* dari Alat Otomasi Daur Ulang Kertas yang ditampilkan pada tabel 2.5.



Gambar 2.5 BOM Tree Alat Otomasi Daur Ulang Kertas

2.2.5 Proses Produksi dan Perakitan Komponen

Proses produksi diperlukan untuk mendapatkan komponen-komponen yang dibutuhkan namun harus dibuat terlebih dahulu. Berikut merupakan penjelasan masing-masing proses produksi untuk komponen buat.

1. Cutting

Merupakan proses produksi yang bertujuan untuk memotong material menjadi beberapa bagian. Material dipotong dengan ukuran tertentu agar memiliki bentuk yang presisi sesuai dengan desain. Untuk komponen yang terbuat dari material besi maka proses *cutting* menggunakan mesin gerinda. Untuk Komponen dengan material *acrylic*, proses pemotongan menggunakan pisau khusus *acrylic*. Sedangkan untuk komponen yang terbuat dari material tripleks maka proses *cutting* menggunakan mesin *circular arm saw*.

2. *Drilling*

Merupakan proses manufaktur yang bertujuan untuk membuat lubang pada bidang material. Lubang yang dibuat pada komponen akan digunakan untuk tempat mur baut sehingga antar komponen dapat terkunci. Proses *drilling* pada seluruh komponen menggunakan alat yang sama yaitu mesin *drilling*.

3. *Gringing*

Merupakan proses yang bertujuan untuk menghaluskan permukaan komponen khususnya komponen berbahan dasar besi. Penghalusan dilakukan untuk menghilangkan *scrap* tajam hasil proses pemotongan.

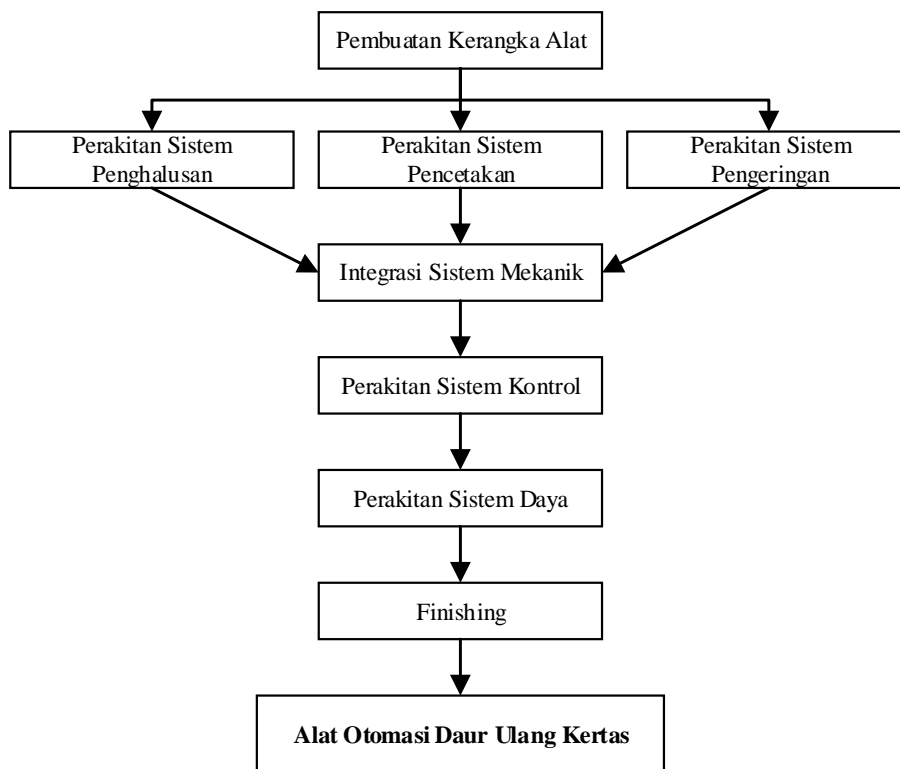
4. *Sanding*

Merupakan proses yang bertujuan untuk menghaluskan komponen yang berbahan dasar tripleks. Proses *sanding* menggunakan media kertas gosok atau amplas.

5. *Joining*

Merupakan proses penggabungan atau perakitan antara satu komponen dengan komponen lain. Bahan atau komponen yang digunakan dalam proses *joining* adalah mur baut, paku, dan *glue gun*.

Setelah komponen penyusun Alat Otomasi Daur Ulang Kertas dan proses produksi diidentifikasi, maka selanjutnya ditampilkan alur proses *prototyping*. Berikut pada gambar 2.6 merupakan alur proses perakitan dan *prototyping* Alat Otomasi Daur Ulang Kertas.



Gambar 2.6 Alur Proses Perakitan dan *Prototyping* Alat Otomasi Daur Ulang Kertas

Pada tahap awal proses *prototyping*, aktivitas yang dilakukan adalah pembuatan dan perakitan kerangka dari alat. Selanjutnya proses perakitan sistem mekanik yang terdiri dari sistem penghalusan, sistem pencetakan, dan sistem pengeringan dilakukan secara paralel. Setelah ketiga sistem dirakit, maka sistem diintegrasikan dan dirakit pada kerangka alat sesuai dengan desain perancangan. Setelah komponen mekanik terpasang pada kerangka, selanjutnya adalah melakukan instalasi sistem control dengan cara memasang sensor, kontroler, dan aktuator pada alat. Setelah itu, perakitan sistem daya dilakukan dengan cara memasang sirkuit listrik untuk menghidupkan alat otomasi. Proses terakhir adalah proses *finishing* untuk memastikan *prototype* bekerja sesuai spesifikasi dan fungsinya sehingga alat otomasi siap untuk diuji coba.

2.2.6 *Prototyping* Alat Otomasi Daur Ulang Kertas

Pada subbab 2.2.6 berikut akan ditampilkan mengenai hasil pembuatan dan perakitan (*prototyping*) dari Alat Otomasi Daur Ulang Kertas dari desain dan

perancangan yang telah dilakukan pada subbab sebelumnya. Dalam melakukan *prototyping*, proses produksi akan mengacu pada BOM *Tree*. Gambar 2.7 berikut memperlihatkan tampilan *prototype* fisik yang telah jadi.



Gambar 2.7 *Prototype* Alat Otomasi Daur Ulang Kertas

Pada gambar 2.7 di atas, *prototype* fisik memiliki beberapa perbedaan dengan hasil desain dan perancangan. Perbedaan mendasar terdapat pada struktur alat setelah dilakukan perakitan. Hal ini dikarenakan adanya penyesuaian letak komponen di dalam konstruksi *prototype*. Penyesuaian dilakukan sebagai hasil dari evaluasi pada desain selama pengerjaan alat dilakukan. Tujuan penyesuaian dan evaluasi rancangan *prototype* fisik terhadap desain awal adalah untuk mendapatkan kondisi mekanisme kerja yang ideal baik dari segi mekanik maupun segi elektrik.

Berdasarkan hasil *prototyping* dari perancangan alat otomasi daur ulang, terdapat beberapa kekurangan terkait fungsi-nya dalam proses pengolahan untuk

komoditas di kecamatan Ngancar. Identifikasi kekurangan dari *prototype* berdasarkan dari sudut pandang pelaku usaha pengolahan dan *expert*.

2.3 Tahap Perancangan Produk

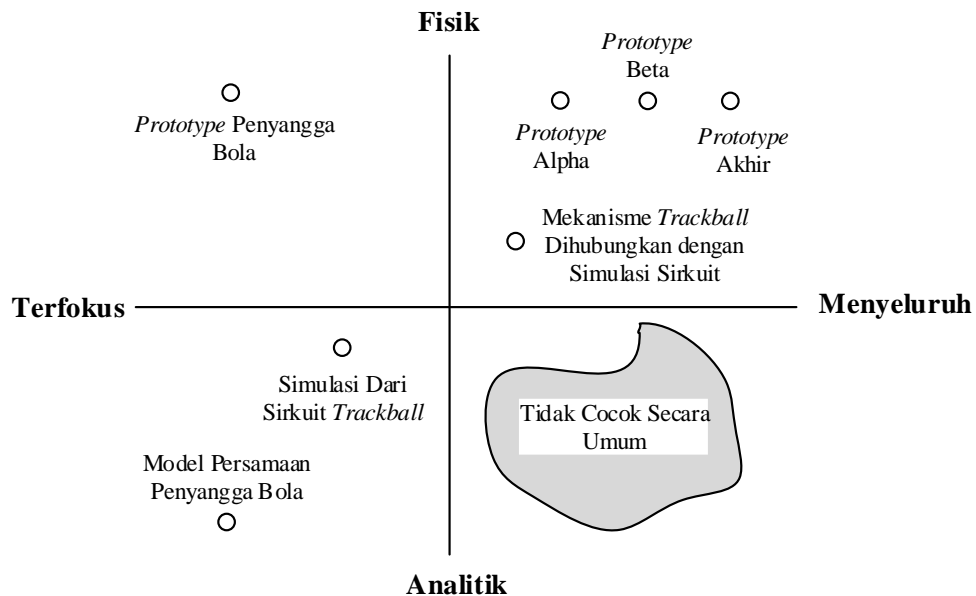
Perancangan produk merupakan proses awal dari penciptaan dan pembuatan produk. Fungsi perancangan memainkan peranan penting dalam mendefinisikan bentuk fisik produk agar dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Dalam konteks ini, perancangan akan mencakup desain *engineering* (mekanik, elektrik, *software*, dan sebagainya) dan desain industri (estetika, ergonomi, *user interface*) (Ulrich & Eppinger, 2001). *Output* dari proses perancangan produk adalah sebuah *prototype*.

Menurut Ulrich dan Eppinger, terdapat dua jenis *prototype* yang diklasifikasikan ke dalam dua dimensi.

- Dimensi pertama, merupakan tingkat dimana sebuah *prototype* dibedakan menjadi *prototype* fisik dan *prototype* analitik. *Prototype* fisik adalah benda nyata yang dibuat untuk memperkirakan sebuah produk. Tujuannya adalah untuk memudahkan dalam melakukan pengujian dan percobaan tentang aspek-aspek dari produk secara nyata dan tepat. Sedangkan *prototype* analitik merupakan produk yang tidak nyata berupa formula matematis dan metode. Fungsi *prototype* analitik adalah untuk menganalisis aspek dari produk tanpa harus membuat versi nyatanya.
- Dimensi kedua, adalah tingkat dimana sebuah *prototype* dibedakan menjadi *prototype* yang menyeluruh dan *prototype* yang terfokus. *Prototype* yang menyeluruh mengimplementasikan sebagian besar atau semua atribut beserta skala keseluruhan dari produk dengan. Oleh karena *prototype* jenis ini merupakan versi kerja keseluruhan dari produk maka dapat diberikan ke pelanggan untuk mengidentifikasi kekurangan dari desain sebelum masuk dalam tahap produksi. Sebaliknya, *prototype* yang terfokus hanya mengimplementasikan satu atau sedikit atribut saja untuk menganalisis performansi produk secara keseluruhan.

Prototype dapat diklasifikasikan menurut tingkat seberapa fisik dan tingkat sejauh mana *prototype* tersebut mengimplementasikan seluruh atribut produk (Ulrich & Eppinger, 2001). Gambar 2.8 memperlihatkan gambaran sumbu dua

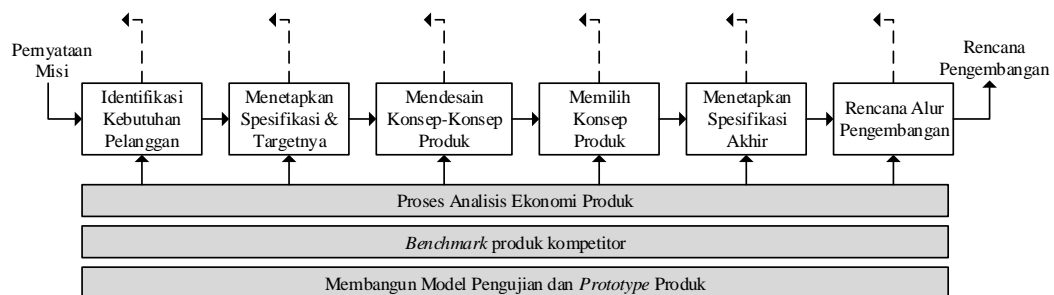
dimensi yang merepresentasikan jenis-jenis *prototype*. Umumnya, *prototype* terfokus dapat berupa *prototype* fisik ataupun analitik. Sedangkan untuk *prototype* menyeluruh biasanya merupakan *prototype* fisik.



Gambar 2.8 Kudran Jenis-Jenis Prototype (Ulrich & Eppinger, 2001)

2.4 Tahap Pengembangan Produk

Pengembangan produk merupakan serangkaian aktivitas yang dimulai dari analisis persepsi dan peluang pasar, kemudian diakhiri dengan tahap produksi, penjualan, dan pengiriman produk (Ulrich & Eppinger, 2001).



Gambar 2.9 Tahap Perancangan Produk

Sumber: Perancangan dan Pengembangan Produk (Ulrich & Eppinger, 2001)

Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing tahap perancangan produk menurut Ulrich dan Eppinger (2001).

1. Tahap Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

Tujuan dari tahap ini adalah untuk memahami kebutuhan konsumen dan mengkomunikasikannya secara efektif kepada tim pengembang. *Output* dari tahap identifikasi kebutuhan pelanggan adalah informasi dan pernyataan konsumen yang diatur secara hierarki dengan bobot kepentingan untuk setiap kebutuhan.

2. Menetapkan Spesifikasi & Target

Spesifikasi memberikan uraian yang tepat mengenai bagaimana produk bekerja. Untuk menentukan spesifikasi maka kebutuhan konsumen harus terlebih dahulu diterjemahkan menjadi lebih teknis. Target spesifikasi dipersiapkan di awal dan merupakan ekspektasi dari tim pengembang. *Output* dari tahapan ini adalah daftar spesifikasi target. Setiap spesifikasi terdiri dari suatu metrik (besaran) yang memiliki nilai-nilai batas dan ideal.

3. Mendesain Konsep-Konsep Produk

Tujuan dari langkah ini adalah menganalisis konsep-konsep produk yang sesuai dengan spesifikasi kebutuhan pelanggan. Penyusunan konsep mencakup gabungan dari penelitian eksternal, proses pemecahan masalah, dan penelitian sistematis untuk solusi.

4. Memilih dan Menguji Konsep Produk

Pemilihan Konsep merupakan kegiatan dimana konsep-konsep dianalisis dan dieliminasi untuk mengidentifikasi konsep yang paling menjanjikan. Proses ini selanjutnya dievaluasi dengan beberapa iterasi untuk menghasilkan perbaikan konsep. Konsep yang dipilih selanjutnya diuji untuk mengetahui apakah kebutuhan konsumen telah terpenuhi, memperkirakan potensi pasar dari produk, dan mengidentifikasi kekurangan yang perlu perbaikan.

5. Menetapkan Spesifikasi Akhir

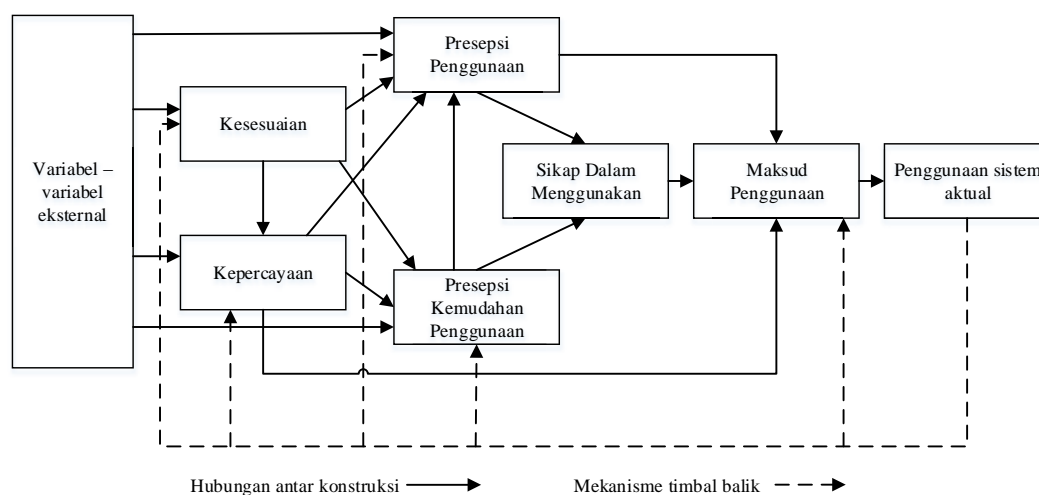
Spesifikasi target pada tahap sebelumnya ditinjau kembali. Pada tahap ini, tim pengembang harus konsisten dengan nilai-nilai besaran spesifik yang mencerminkan batasan-batasan pada konsep produk itu sendiri, batasan-batasan yang diidentifikasi melalui permodelan secara teknis, serta pilihan antara biaya dan kinerja.

6. Rencana Alur Pengembangan

Pada tahap akhir pengembangan konsep ini dilakukanlah kegiatan-kegiatan antara lain membuat jadwal pengembangan secara rinci, menentukan strategi untuk meminimasi waktu pengembangan, dan mengidentifikasi sumber daya yang digunakan untuk menyelesaikan proyek. Setelah itu, analisis ekonomi, analisis produk-produk pesaing dan pembuatan *prototype* dilakukan untuk mendukung perencanaan.

2.5 Automation Acceptance Model (AAM)

Automation Acceptance Model (AAM) merupakan pengembangan dari model *Technology Acceptance Model* (TAM) yang menggabungkan antara perspektif sistem informasi (aspek teknologi) dengan teknik kognitif (aspek manusia). Fitur yang terpenting dari AAM adalah kemampuannya untuk menangkap sifat dinamis dari proses adopsi sistem otomasi melalui mekanisme umpan balik (Ghazizadeh M., 2012). Fungsi dari Model AAM adalah untuk mengevaluasi tingkat penerimaan dan kepercayaan masyarakat atau konsumen terhadap teknologi otomasi. Model AAM ditunjukkan pada gambar 2.10 berikut.



Gambar 2.10 *Automation Acceptance Model* (Ghazizadeh M., 2012)

AAM memiliki dua elemen tambahan dari lima elemen dasar yang terdapat pada TAM, elemen-elemen yang terdapat dalam AAM adalah sebagai berikut (Davis *et. al*, 1986; Ghazizadeh M., 2012) yaitu:

1. Persepsi kemudahan penggunaan (*perceived ease of use*), didefinisikan sebagai sejauh mana seorang percaya bahwa menggunakan suatu teknologi akan bebas dari usaha.
2. Persepsi kegunaan (*perceived usefulness*), didefinisikan sebagai sejauh mana seorang percaya bahwa menggunakan suatu teknologi akan meningkatkan kinerjanya.
3. Sikap terhadap penggunaan teknologi (*attitude toward using*), didefinisikan sebagai evaluasi dari pemakai tentang ketertarikannya dalam menggunakan teknologi.
4. Minat perilaku menggunakan teknologi (*behavioral intention to use*), didefinisikan sebagai minat (keinginan) seseorang untuk melakukan perilaku tertentu.
5. Penggunaan teknologi sesungguhnya (*actual technology usage*), diukur dengan jumlah waktu yang digunakan untuk berinteraksi dengan teknologi dan frekuensi penggunaan teknologi tersebut.
6. Kesesuaian (*compatibility*), mengukur konsistensi teknologi yang berupa atribut sistem dengan nilai-nilai, pengalaman, dan kebutuhan dari pengguna atau operator.
7. Kepercayaan (*trust*), penilaian kepercayaan tergantung pada tingkat pengalaman dengan otomatisasi. Kepercayaan yang rendah akan mengarah pada penyalahgunaan dan tidak digunakannya otomasi. Namun kepercayaan yang berlebihan akan menyebabkan masalah bilamana otomasi tidak sesuai dengan harapan.

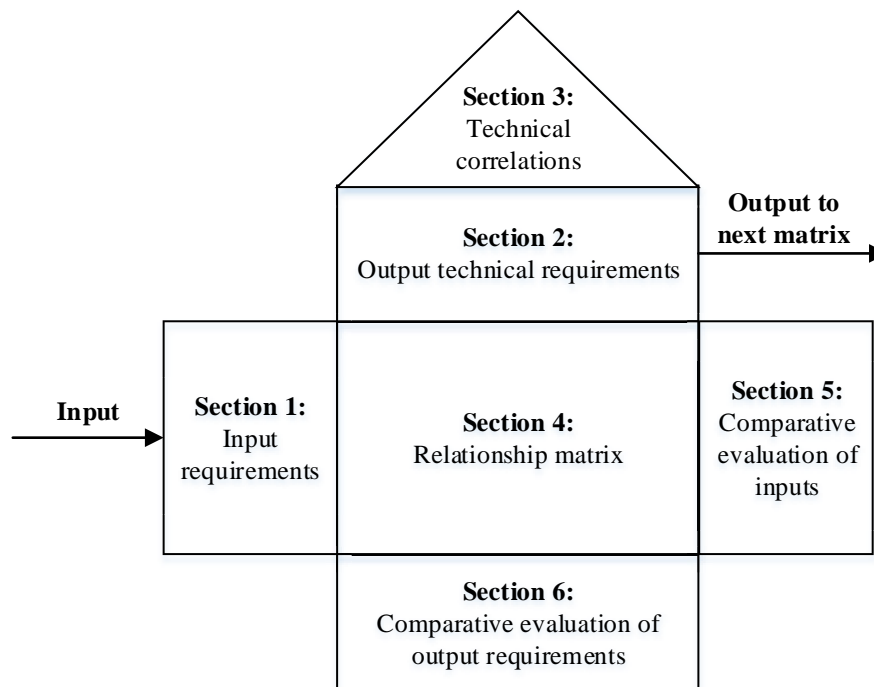
2.6 Metode *Quality Function Deployment* (QFD)

Quality Function Deployment (QFD) merupakan sebuah prosedur sistematis yang berguna untuk mendefinisikan keinginan dan kebutuhan konsumen, serta mentafsirkannya ke dalam fitur produk dan karakteristik proses (Groover, 2000). Metode QFD pertama kali dikembangkan di Jepang pada tahun 1966 dan mulai

diperkenalkan oleh Dr. Yoji Akao pada tahun 1972. Menurut Akao (1990), terdapat tiga tujuan utama dari implementasi QFD, yaitu:

1. Memprioritaskan keinginan dan kebutuhan konsumen baik secara lisan maupun tersirat.
2. Menterjemahkan kebutuhan tersebut ke dalam karakteristik dan spesifikasi teknis.
3. Membangun kualitas produk atau jasa yang terfokus pada semua orang untuk disampaikan kepada konsumen.

Menurut Groover (2000), terdapat enam bagian yang membangun matriks QFD. Enam bagian pada matriks QFD ditampilkan dalam gambar 2.11 berikut.



Gambar 2.11 Matriks *Quality Function Deployment*(Groover, 2000)

2.7 Pentahapan (*Leveling*) QFD

Menurut Groover (2000), Quality Function Deployment (QFD) diklasifikasikan ke dalam empat tingkatan. Berikut merupakan penjelasan masing-masing tahapan atau klasifikasi dari QFD.

1. QFD level 1

Input dari QFD level 1 adalah kebutuhan konsumen atau *customer requirements* yang selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk menghasilkan *output* berupa respon teknis atau *technical requirements*.

2. QFD level 2

Respon teknis pada QFD level 1 selanjutnya diolah sebagai *input*. Pada tahap ini respon teknis diterjemahkan menjadi *component characteristics*.

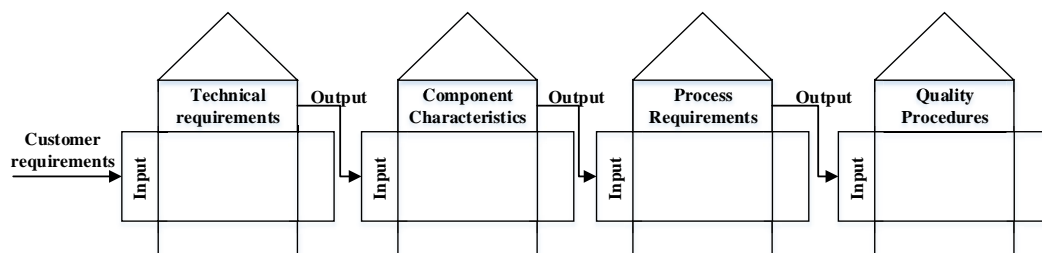
3. QFD level 3

Component characteristics hasil pengolahan pada QFD level 2 selanjutnya akan menjadi input pada QFD level 3 untuk diterjemahkan menjadi *process requirements*.

4. QFD level 4

Process requirements apabila dilakukan proses pengolahan lebih lanjut melalui QFD level 4 maka akan menghasilkan *output* berupa *quality procedures*.

Berdasarkan pemaparan tentang pentahapan dan dalam QFD, maka urutan dan tahap *House of Quality* (HOQ) mulai dari QFD level 1 sampai QFD level 4 ditampilkan pada gambar 2.12 sebagai berikut.



Gambar 2.12 Tahapan HoQ Dalam QFD (Groover ,2000)

2.7.1 QFD Level 1 (Technical Requirements)

QFD Level 1 merupakan tahapan analisis dari matriks HOQ untuk mengolah *customer requirements* menjadi *output* yang lebih spesifik yaitu berupa *technical requirements*. Langkah-langkah dalam menyusun QFD level 1 adalah sebagai berikut (Groover, 2000).

1. Identifikasi kebutuhan konsumen

Pada tahap ini, *voice of customer* (VOC) diidentifikasi sebagai *input* dari matriks HOQ. Metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi adalah berupa *survey*, *focus group discussion* (FGD), *interview*, dan kuisioner.

2. Identifikasi respon teknis (*technical requirements*) dari atribut kebutuhan konsumen




Respon teknis menunjukkan rancangan dan rencana usaha-usaha teknis oleh tim pengembang untuk mewujudkan kebutuhan konsumen dalam bentuk spesifikasi yang dapat diukur, fungsi produk, subsistem produk, dan langkah-langkah proses.

3. Penentuan hubungan antar respon teknis

4. Penentuan hubungan antara respon teknis dengan kebutuhan pelanggan

Pada tahap penentuan hubungan ini akan digunakan beberapa simbol yang mana masing-masing simbol memiliki bobot yang telah disepakati oleh tim pengembang berdasarkan *impact*, *relationship*, dan *priority*.

Tabel 2.4 Simbol Hubungan Antara Respon Teknis Dengan Kebutuhan Pelanggan (Chuang, 2001)

Simbol	Keterangan	Bobot
	Tidak ada hubungan	0
	Ada kemungkinan terjadi hubungan antar keduanya	1
	Bila hubungan yang terjadi biasa-biasa saja	3
	Bila ada hubungan yang kuat	9

5. Evaluasi perbandingan dari *input customer requirements*

Pada tahap ini akan dilakukan pembobotan untuk masing-masing atribut. Pembobotan dilakukan untuk menentukan kepentingan relatif atau *relative importance*. Berikut merupakan rumus persamaan untuk pembobotan *relative importance*.

$$Relative\ Importance\ Index\ (RII) = \frac{\sum \text{Kepentingan Atribut } i}{\sum \text{Kepentingan}} \quad (2.1)$$

$$Importance\ Rate\ (IR) = \frac{\text{Target value}}{\text{Evaluation score}} \quad (2.2)$$

6. Evaluasi perbandingan dari *output technical requirements*

Pada tahap ini akan dilakukan perbandingan melalui pembobotan untuk setiap respon teknis dan urutan prioritas.

$$Weight = (RII \times IR) \times 100\% \quad (2.3)$$

2.7.2 QFD Level 2 (Component Characteristics)

QFD Level 2 merupakan tahap penerjemahan spesifik dari *technical requirements* yaitu berupa karakteristik komponen. Sebelum menentukan *component characteristics* maka terlebih dahulu diperlukan rekayasa dengan *expert engineer* yang berpengalaman. Pengolahan data untuk matriks HOQ pada level 2 mengikuti alur sebagai berikut (Groover, 2000):

1. Normalisasi bobot yang berasal dari *technical requirements*
2. Penentuan *component characteristics* dari produk
3. Penentuan hubungan korelasi antar *component characteristics*
4. Penentuan matriks hubungan antara *component characteristics* dengan *technical requirements*
5. Penentuan prioritas *component characteristics* berdasarkan kepentingan relatif atau *relative importance* sesuai persamaan 2.1 dan 2.2

2.7.3 QFD Level 3 (Process Requirements)

QFD Level 3 merupakan tahap penerjemahan yang lebih spesifik dari *component characteristics* yaitu mengenai kebutuhan proses manufaktur. Sebelum menentukan *process requirements* maka terlebih dahulu diperlukan rekayasa dengan *expert engineer* yang berpengalaman. Pengolahan data untuk matriks HOQ pada level 3 mengikuti alur sebagai berikut (Groover, 2000):

1. Normalisasi bobot yang berasal dari *component characteristics*

2. Penentuan *process requirements* dari produk
3. Penentuan hubungan korelasi antar *process requirements*
4. Penentuan matriks hubungan antara *process requirements* dengan *component characteristics*
5. Penentuan prioritas *process requirements* berdasarkan kepentingan relatif atau *relative importance* sesuai peramaan 2.1 dan 2.2

2.8 *Cost Benefit Analysis*

Cost benefit analysis (CBA) merupakan pendekatan sistematis untuk membandingkan nilai manfaat dari suatu program dan alternatif terhadap biaya-biaya yang dikeluarkan (Cellini, 2010). Berikut struktur perhitungan untuk mendapatkan manfaat bersih (*net benefits*):

$$Net\ benefits = Total\ benefits - Total\ cost \quad (2.4)$$

Langkah-langkah dalam menggunakan metode CBA adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi dan definisikan seluruh biaya dan manfaat
2. Penyusunan seluruh elemen biaya yang pengeluaran
3. Penyusunan seluruh aspek finansial dari manfaat yang didapat
4. Perbandingan antara aspek biaya dan aspek *benefit*

Menurut (Campbell & Brown, 2003), Terdapat beberapa jenis yang berbeda atau metode analisis untuk menentukan efisiensi finansial dari sebuah proyek, yaitu:

1. *Benefit Cost Ratio* (BCR)

Metode ini menghitung nilai rasio manfaat proyek terhadap biaya proyek. BCR melibatkan penjumlahan total manfaat diskon untuk proyek lebih dari seluruh rentang durasi / hidupnya dan membaginya atas jumlah potongan biaya proyek. Metode ini tidak memberikan hasil total proyeksi keuntungan atau kerugian dari satu proyek yang dibandingkan dengan proyek lain. Berikut merupakan rumus perhitungan BCR.

$$BCR = \frac{[\sum B_i / (1+d)^i]}{[\sum C_i / (1+d)^i]}, \text{ disimpulkan dalam } i = 0 \dots n \text{ tahun} \quad (2.5)$$

dimana,

B_i = nilai manfaat suatu proyek dalam tahun i , dimana $i = 0 \dots n$ tahun

C_i = nilai biaya suatu proyek dalam tahun i , dimana $i = 0 \dots n$ tahun

n = total jumlah tahun durasi dari proyek

d = *discount rate*

Interpretasi hasil dan nilai BCR:

- $BCR < 1$, Biaya melebihi manfaat sehingga proyek tidak layak untuk dijalankan
- $BCR = 1$, Biaya sama dengan manfaat sehingga proyek tetap diperbolehkan untuk dilanjutkan namun dengan variasi yang terbatas
- $BCR > 1$, Manfaat lebih besar dari biaya dimana proyek direkomendasikan untuk dilanjutkan

2. *Incremental Benefit Cost Ratio*

Metode ini digunakan membantu menentukan margin dimana proyek lebih bermanfaat atau mahal daripada proyek lain. Hal ini digunakan untuk membandingkan alternatif pilihan untuk membantu menentukan mana yang lebih layak dari yang lainnya. Berikut merupakan formula untuk perhitungan metode *incremental BCR*.

$$Incremental = (\sum B_1 - \sum B_2) / (\sum C_1 - \sum C_2) \quad (2.6)$$

dimana,

$\sum B_1$ = total manfaat untuk proyek 1

$\sum C_1$ = total biaya untuk proyek 1

$\sum B_2$ = total manfaat untuk proyek 2

$\sum C_2$ = total biaya untuk proyek 2

3. *Net Present Value (NPV)*

Metode NPV menganggap perbedaan antara total diskon manfaat dikurangi total diskon biaya, yang memberikan *Net Present Value* dari proyek. Proyek yang memiliki keuntungan bersih positif dianggap layak. Semakin tinggi NPV, semakin besar manfaat dihitung proyek.

$$BCR = \left[\frac{\sum B_i}{(1+d)^i} \right] - \left[\frac{\sum C_i}{(1+d)^i} \right], \quad (2.7)$$

disimpulkan dalam $i = 0 \dots n$ tahun

dimana,

B_i = nilai manfaat suatu proyek dalam tahun i , dimana $i = 0 \dots n$ tahun

C_i = nilai biaya suatu proyek dalam tahun i , dimana $i = 0 \dots n$ tahun

n = total jumlah tahun durasi dari proyek

d = *discount rate*

$$NPV = \frac{R_t}{(1+i)^t} \quad (2.8)$$

dimana,

t = waktu arus kas

i = suku bunga diskonto yang digunakan

R_t = arus kas bersih dalam waktu t

4. *The Payback Period*

Metode ini merepresentasikan periode waktu yang dibutuhkan untuk total biaya potongan (*discounted cost*) dari proyek yang akan dilampaui oleh total diskon manfaat (*discounted benefit*). Hal ini dapat dengan mudah dilakukan dengan menghitung manfaat diskon kumulatif dan biaya diskon kumulatif dari proyek untuk setiap tahun berturut-turut dari proyek. Tahun dengan manfaat kumulatif melebihi biaya kumulatif tahun merupakan *payback periode* dari proyek. Dengan kata lain, pada tahun berikutnya periode *payback* proyek akan fokus pada laba bersih atau keuntungan untuk proyek.

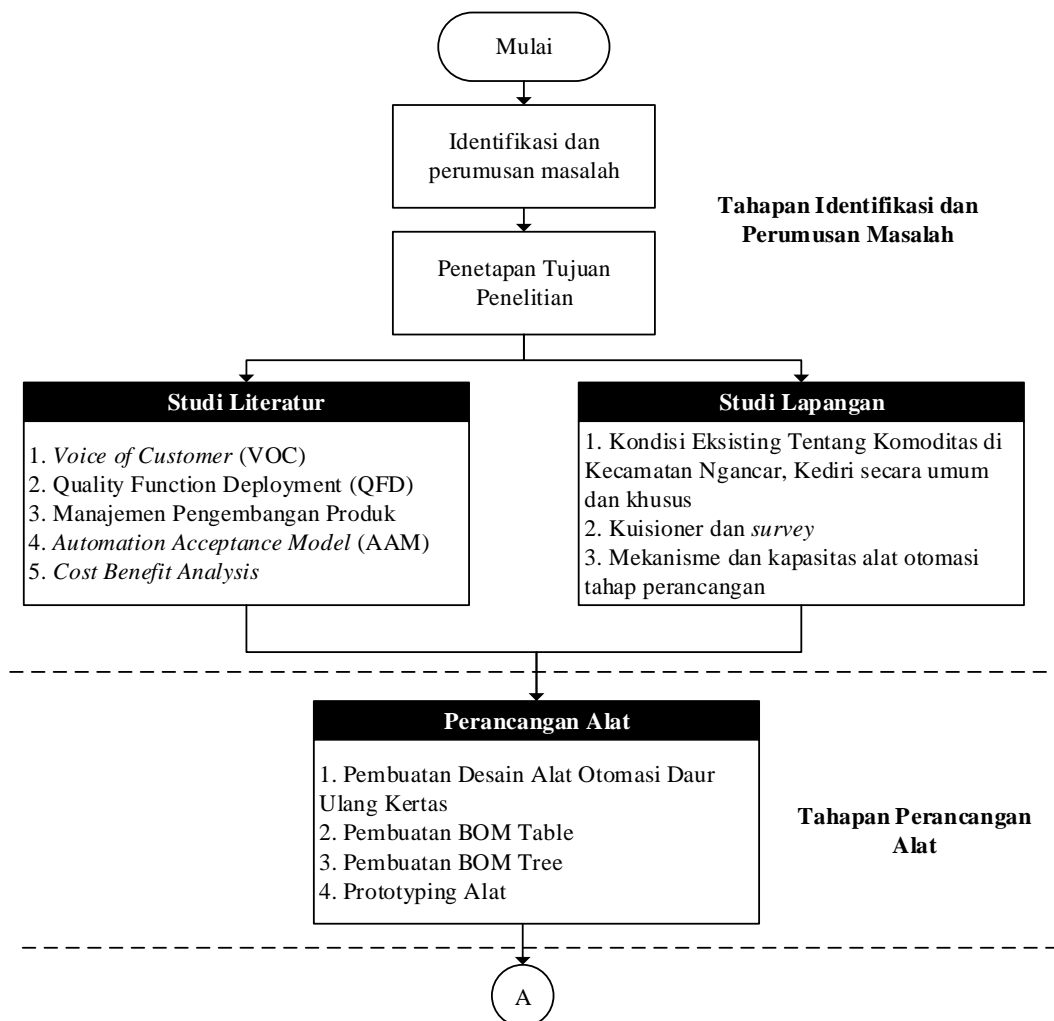
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

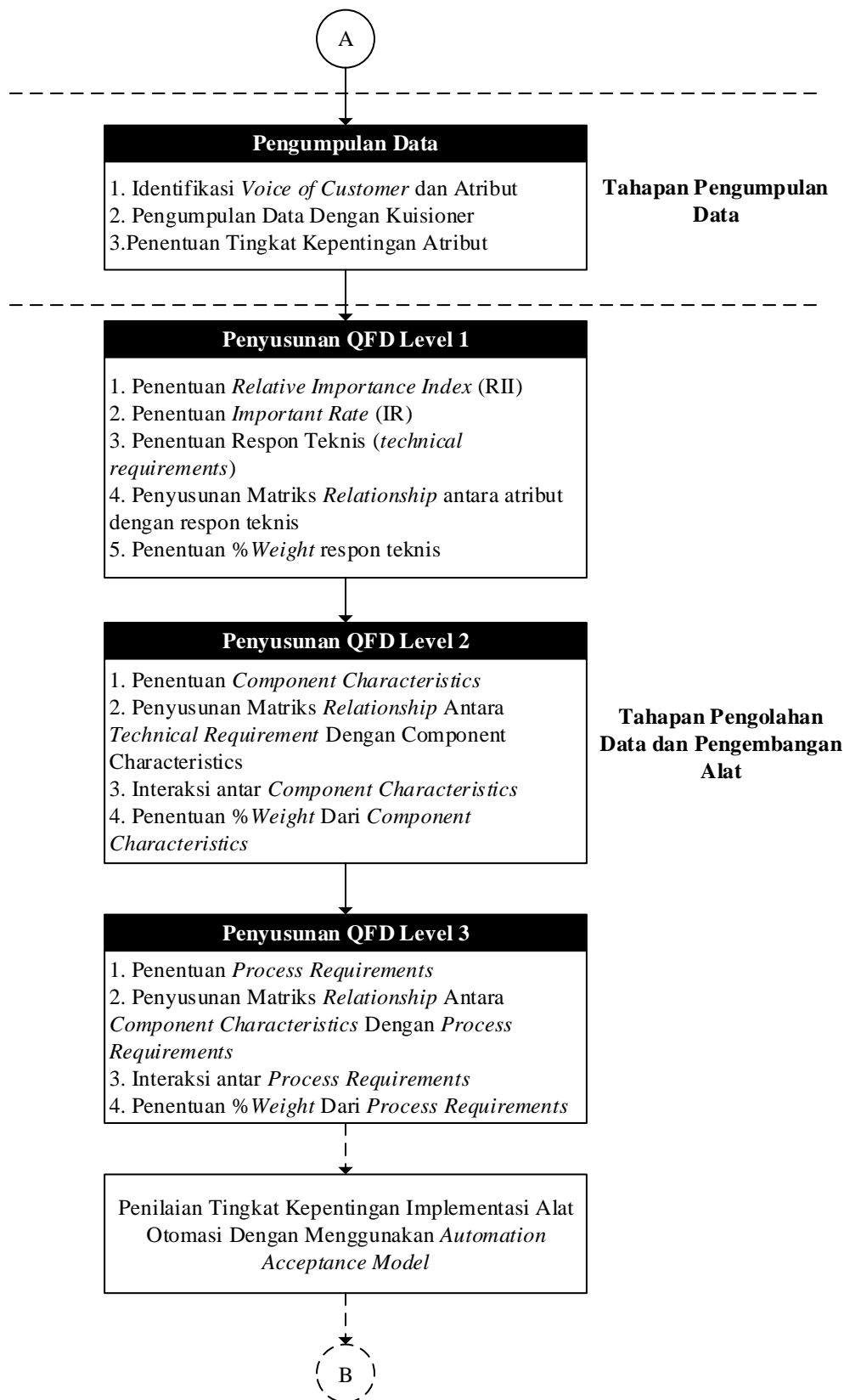
Pada bab ini akan dijelaskan tentang langkah-langkah kerangka pemecahan masalah dalam penelitian dibahas pada bagian ini mulai dari tahap awal, yaitu studi pendahuluan hingga tahap akhir penarikan kesimpulan.

3.1 Flowchart Metodologi Penelitian

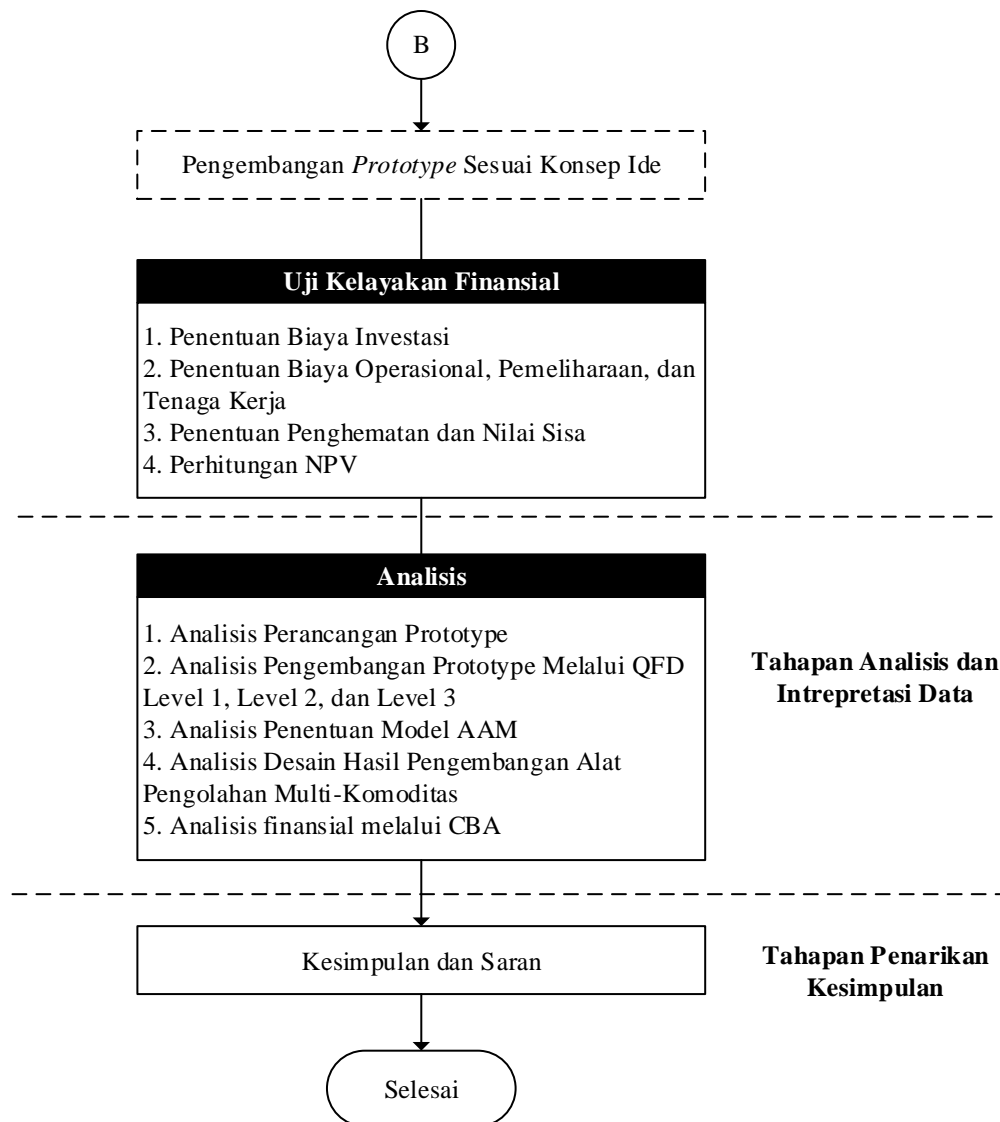
Langkah-langkah yang digunakan selama proses pengerjaan penelitian ditunjukkan pada *flowchart* berikut ini.



Gambar 0.1 Flowchart Rencana Kegiatan



Gambar 3.1 *Flowchart Rencana Kegiatan* (lanjutan)



Gambar 3.1 *Flowchart* Rencana Kegiatan (lanjutan)

3.2 Penjelasan *Flowchart*

Langkah-langkah yang digunakan selama proses pengerjaan penelitian ditunjukkan pada *flowchart* berikut ini.

3.2.1 Tahapan Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahap ini merupakan tahapan awal dari penelitian. Identifikasi masalah dilakukan dengan menampilkan kondisi eksisting di daerah yang menjadi objek amatan. Tahap identifikasi masalah berfungsi sebagai latar belakang yang menjadi

dasar perlunya dilakukan penelitian. Setelah permasalahan diidentifikasi maka selanjutnya dilakukan perumusan tujuan penelitian.

3.2.2 *Studi Literatur dan Lapangan*

Setelah tahap identifikasi dan perumusan masalah, selanjutnya dilakukan studi literatur dan studi lapangan. Pada tahapan ini akan dipelajari tentang teori dan metode yang digunakan sebagai pendekatan dalam penyelesaian masalah. Pada studi literatur, teori dan metode yang digunakan adalah metode *Automation Acceptance Model* (AAM), *Quality Function Deployment* (QFD), dan *Cost Benefit Analysis* (CBA). AAM digunakan sebagai metode penilaian tingkat kepentingan dari alat otomasi untuk diimplementasikan ke lapangan. QFD digunakan sebagai *tool* untuk menerjemahkan keinginan konsumen yang mendasari perancangan dan pengembangan alat otomasi. *Cost Benefit Analysis* digunakan untuk membandingkan keuntungan secara finansial dari implementasi alat otomasi di lapangan dengan kondisi eksisting. Dalam studi lapangan, metode yang digunakan adalah *survey* dan *interview* langsung ke daerah amatan untuk mengambil informasi yang dibutuhkan di dalam penelitian.

3.2.3 *Tahapan Perancangan Alat*

Tahap perancangan alat dilakukan dengan pembuatan desain inisial dari Alat Otomasi Daur Ulang Kertas. Tahap ini juga merupakan penyempurnaan dari penelitian yang dilakukan oleh Santosa dan Prasetyawan (2016). Selanjutnya ditentukan BOM *Table* untuk menjabarkan komponen-komponen yang digunakan untuk membangun alat otomasi. Selanjutnya BOM *Table* disusun dalam BOM *Tree*. Fungsi BOM *Tree* adalah untuk memberikan informasi tentang perakitan dan susunan komponen dalam Alat Otomasi Daur Ulang Kertas. Selanjutnya hasil perancangan dilanjutkan pada proses *prototyping*. Proses *prototyping* digunakan untuk perbandingan dan model evaluasi dalam proses pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas.

3.2.4 Tahapan Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dimulai dengan melakukan *survey* dan *interview* untuk proses perumusan *Voice of Customer* (VOC) dan penentuan atribut dari alat otomasi. VOC tersebut akan menjadi dasar untuk pengerjaan QFD dalam pengolahan data. Selain itu, pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran kuesioner untuk mengetahui variabel apa yang mempengaruhi penerimaan teknologi otomasi pada model AAM. Pada tahap ini juga dilakukan pemaparan informasi terkait komponen-komponen yang digunakan dalam alat pengolahan secara detail.

3.2.4 Tahapan Pengolahan Data dan Pengembangan Alat

Setelah pengumpulan data dilakukan, maka tahapan selanjutnya adalah tahap pengolahan data. Tahap pengolahan data dilakukan untuk pengembangan produk. Pengolahan data untuk perancangan produk diawali dengan melakukan generalisasi ide, segmentasi, dan desain alat otomasi. Pengolahan data untuk pengembangan produk diawali dengan memproses tingkat kepentingan atribut dengan menggunakan QFD level 1 agar dapat diketahui respon teknis. Respon teknis digunakan sebagai *input* dalam QFD level 2 agar didapatkan hasil *component characteristic*. *Component characteristic* selanjutnya akan dijadikan *input* dalam proses QFD level 3 untuk diketahui *process requirements*. *Output* dari QFD level 3 tersebut akan digunakan sebagai dasar dalam menentukan desain pengembangan produk alat otomasi. Selanjutnya, model *Automation Acceptance Model* (AAM) digunakan untuk menilai tingkat kepentingan dari implementasi hasil perancangan alat otomasi di lapangan sehingga dapat diketahui apakah alat otomasi perlu dikembangkan. Dari penjabaran konsep ide hasil QFD dan model AAM, selanjutnya adalah proses desain Alat Pengolahan Multi-Komoditas hasil pengembangan. Pada bagian terakhir, *Cost Benefit Analysis* dilakukan untuk menghitung perbandingan *Net Present Value* (NPV) dari implementasi penggunaan Alat Pengolahan Multi-Komoditas.

3.2.5 Tahapan Analisis dan Interpretasi Data

Pada tahap ini, analisis terhadap hasil pengolahan data dilakukan untuk mengetahui hubungan sebab-akibat terkait masalah yang telah didefinisikan sebelumnya. Analisis dilakukan dengan mengulas setiap *output* dari QFD dan hasil penyusunan model AAM. Selanjutnya analisis dilakukan terhadap desain pengembangan alat hasil konsep ide dari metode QFD dan model AAM. Pada tahap akhir, analisis dilakukan terhadap hasil pengujian kelayakan finansial melalui metode CBA.

3.2.6 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap akhir dalam pengerjaan penelitian. Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan terhadap hasil yang didapatkan untuk menjawab tujuan penelitian yang sudah dirumuskan sebelumnya. Sedangkan pemberian saran dilakukan untuk memberikan rekomendasi yang terkait dengan penelitian serupa demi penelitian yang lebih baik di tahun mendatang.

BAB 4

PENGOLAHAN DATA DAN PENGEMBANGAN ALAT

Pada Bab 4 ini akan dilakukan pengembangan dari produk hasil perancangan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Tahap awal dari bab ini akan menjelaskan proses pengumpulan data melalui kuesioner. Selanjutnya data-data yang terkumpul akan diolah melalui metode QFD dan model AAM untuk menghasilkan desain pengembangan. Pengolahan data juga melingkupi analisis *cost-benefit* dari pemakaian alat hasil pengembangan.

4.1 Pengumpulan Data dengan Kuesioner

Pada subbab 4.1 akan dilakukan identifikasi kebutuhan konsumen atau responden terhadap hasil perancangan alat produksi yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Identifikasi kebutuhan konsumen akan dilakukan dengan pengumpulan data primer melalui media kuesioner. Tujuan penggunaan dan penyebaran kuesioner adalah mengetahui atribut yang dibutuhkan oleh konsumen dan tingkat kepentingannya dalam fase pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas.

4.1.1 Identifikasi Voice of Customer dan Atribut

Pada subbab 4.1.1 akan dijelaskan mengenai hasil identifikasi suara konsumen yang telah dilakukan. Responden yang menjadi target penelitian adalah UKM pengolahan komoditas di Kecamatan Ngancar, Kediri. Total jumlah responden adalah 10 orang. Hal ini dikarenakan saat ini hanya terdapat 10 UKM yang bergerak di bidang pengolahan komoditas di Kecamatan Ngancar. Berikut pada tabel 4.1 merupakan daftar responden dari kuesioner penelitian.

Tabel 4.1 Daftar Responden atau UKM Untuk Penelitian Pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas

No	Nama Responden / UKM	Jenis Usaha
1	CV. Sari Alam	Pengolahan serbuk jahe merah dan temulawak
2	Bapak Winoto	Pengolahan sari mengkudu

No	Nama Responden / UKM	Jenis Usaha
3	Koperasi Langgeng Mulyo	Pengolahan Sari Nanas
4	Bapak Koleksi Putra Utama	Pengolahan Sari Nanas
5	Bapak Purwanto	Pengolahan jahe merah
6	Ibu Fitriani	Pengolahan Sari Nanas
7	Ibu Sunarti	Pengolahan Sari Nanas
8	Ibu Nanik	Pengolahan Sari Nanas
9	Bapak Mariono	Pengolahan Sari Nanas
10	Bapak Pariyanto	Pengolahan sari mengkudu

Setelah kuesioner dirancang dan disebar, maka berikut pada tabel 4.2 merupakan hasil penentuan atribut berdasarkan kegiatan *brainstorming* dengan responden. Adapun kuesioner yang digunakan dalam pengumpulan data terlampir pada LAMPIRAN A.

Tabel 4.2 Rekap Hasil Penentuan Atribut

No	Pendapat Pengguna	Atribut
1	UKM membutuhkan alat yang dapat bekerja dengan cepat dan menghasilkan produk yang lebih banyak	Performansi
2	UKM membutuhkan alat yang dapat menjalankan banyak proses produksi sekaligus dalam satu kali pengolahan	Performansi
3	UKM membutuhkan alat otomatis yang dapat melakukan fungsi pengolahan untuk multi-komoditas	Fitur
4	UKM membutuhkan tombol pengontrol yang berfungsi untuk mempermudah menjalankan alat pengolahan komoditas	Fitur
5	UKM ingin alat otomatis pengolahan mudah untuk dioperasikan	Kesesuaian dengan spesifikasi
6	UKM ingin alat otomatis pengolahan aman digunakan	Keamanan
7	UKM ingin alat otomatis pengolahan mudah diperbaiki dan komponen mudah didapatkan	Service/Reparasi
8	UKM ingin alat otomatis pengolahan memiliki umur pakai yang lama	Daya Tahan
9	UKM ingin alat otomatis pengolahan memiliki harga jual yang terjangkau	Biaya

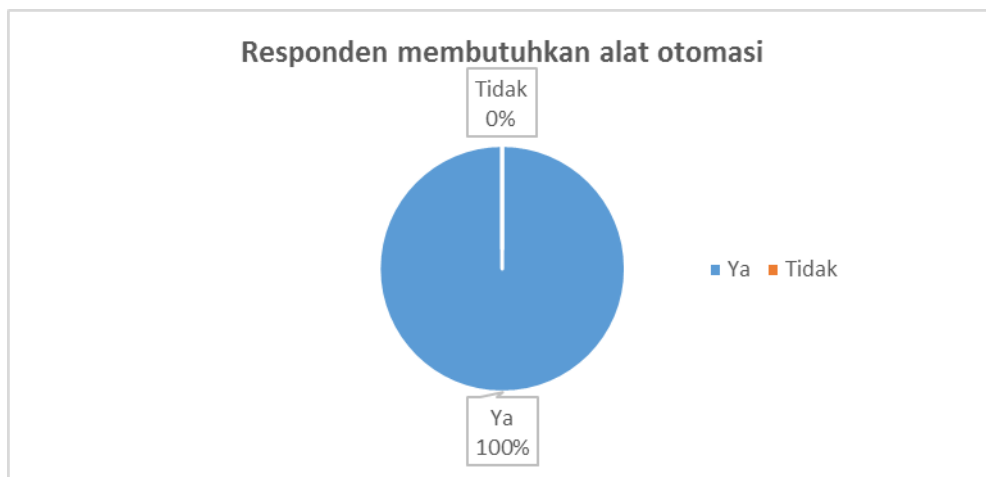
4.1.2 Data Kuesioner

Pada subbab 4.1.2 berikut akan ditampilkan hasil rekap kuesioner yang telah disebarakan kepada konsumen. Responden dari kuesioner penelitian ini adalah seluruh UKM pengolahan yang terdapat di Kecamatan Ngancar, Kediri. Oleh karena pada saat ini hanya terdapat 10 UKM pengolahan yang aktif, maka responden hanya berjumlah sepuluh. Adapun kuesioner yang tersebar terlampir pada LAMPIRAN A.



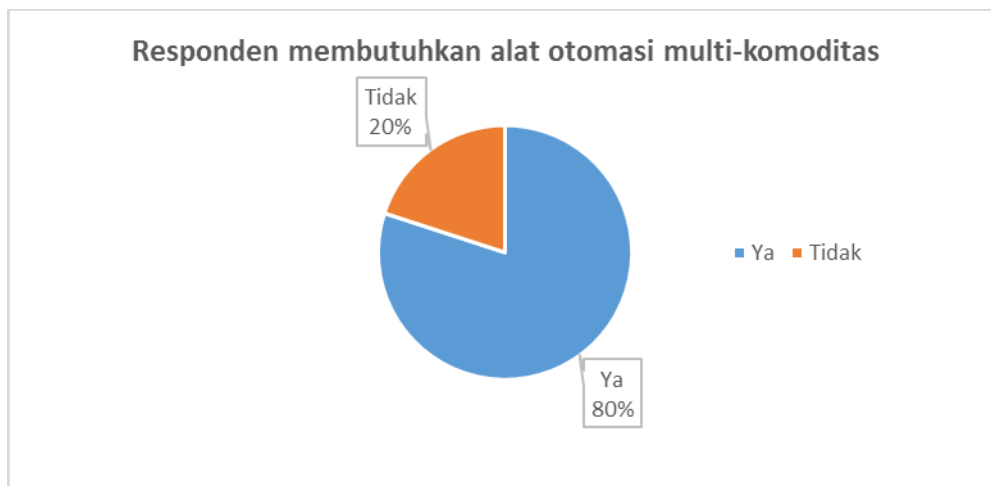
Gambar 4.1 Presentase Responden Yang Menggunakan Alat Otomatis

Berdasarkan hasil jawaban untuk nomor 1 pada gambar 4.1, diketahui bahwa 100% responden belum menggunakan alat otomatis. Seluruh UKM pengolahan masih menggunakan metode yang konvensional dengan alat yang sederhana. Namun perlu diketahui lebih lanjut apakah dengan kondisi eksisting responden memerlukan alat yang bekerja secara otomatis atau tidak.



Gambar 4.2 Presentase Responden Yang Membutuhkan Alat Otomasi

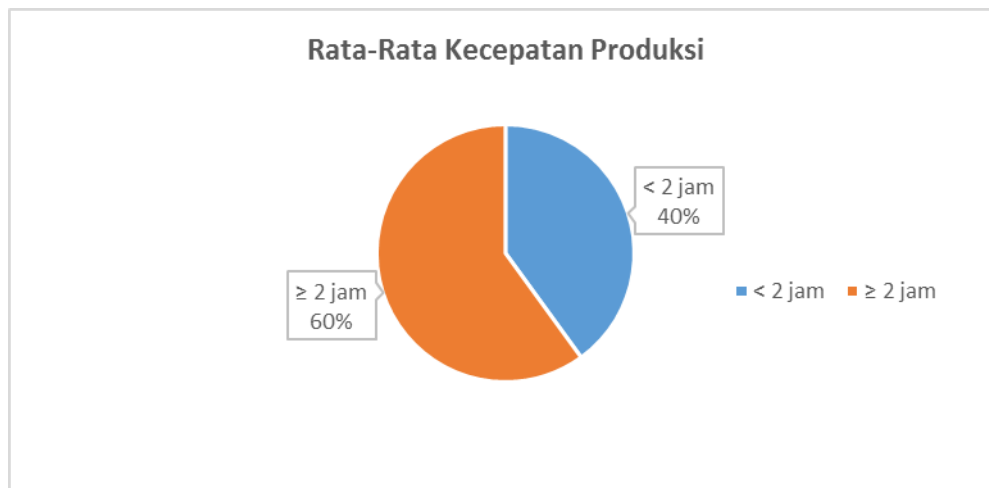
Berdasarkan hasil jawaban untuk nomor 2 pada gambar 4.2, diketahui bahwa 100% responden membutuhkan alat otomasi. Hal ini dikarenakan responden merasa kurang puas dengan hasil produksi yang dilakukan secara manual.



Gambar 4.3 Presentase Responden Yang Membutuhkan Alat Pengolahan Multi-Komoditas

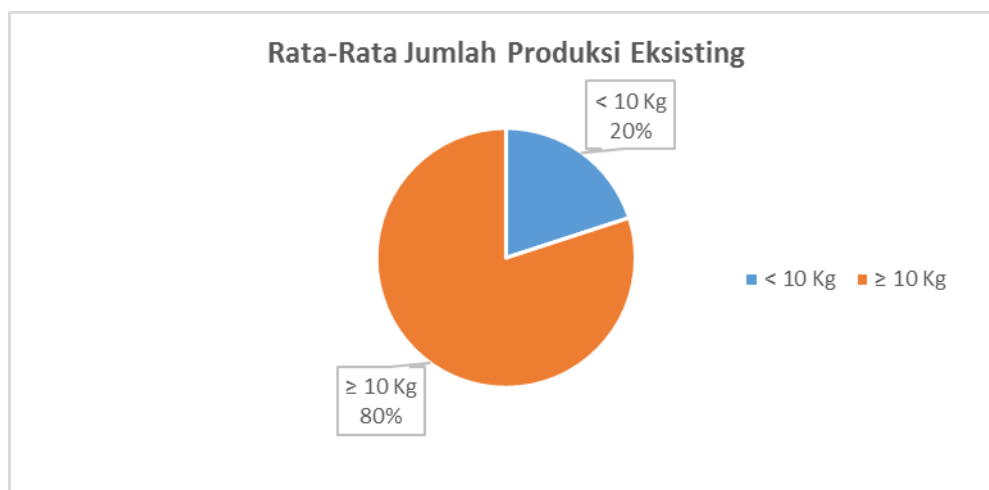
Berdasarkan hasil jawaban untuk nomor 3 pada gambar 4.3, diketahui bahwa 80% responden membutuhkan alat otomasi yang dapat berfungsi untuk mengolah beberapa jenis komoditas sekaligus. Komoditas yang dipilih adalah kertas daur ulang, nanas, mengkudu, dan jahe merah. Sedangkan 20% dari seluruh

responden tidak membutuhkan Alat Pengolahan Multi-Komoditas. Responden tersebut lebih menginginkan agar alat dapat bekerja untuk komoditas nanas saja.



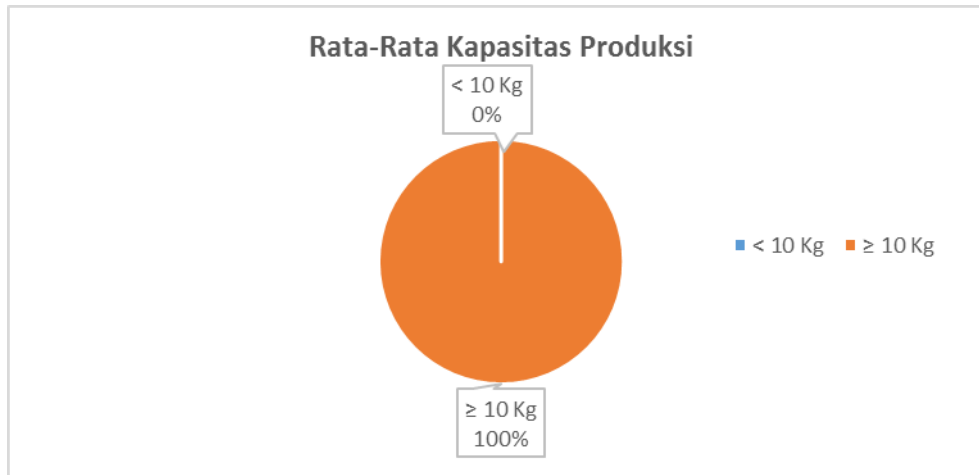
Gambar 4.4 Presentase Rata-Rata Kecepatan Produksi

Berdasarkan hasil jawaban untuk nomor 5 pada gambar 4.4, diketahui bahwa 60% responden menginginkan alat pengolahan bekerja lebih dari 2 jam. Sedangkan 40% dari responden menginginkan proses dilakukan lebih cepat yaitu di bawah 2 jam produksi.



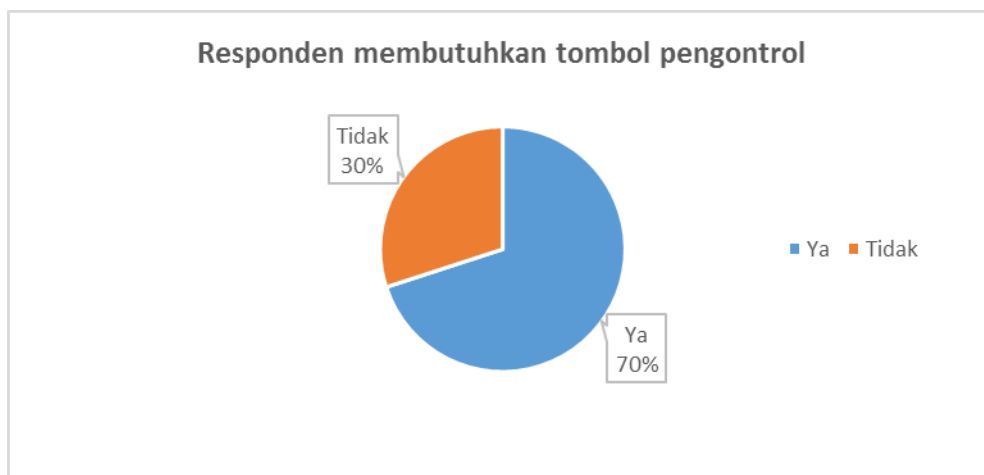
Gambar 4.5 Presentase Rata-Rata Jumlah Produksi Eksisting

Berdasarkan hasil jawaban untuk nomor 6 pada gambar 4.5, diketahui bahwa 80% responden memiliki rata-rata jumlah produksi di atas 10 Kg. Sedangkan 20% memiliki rata-rata jumlah produksi di bawah 10 Kg.



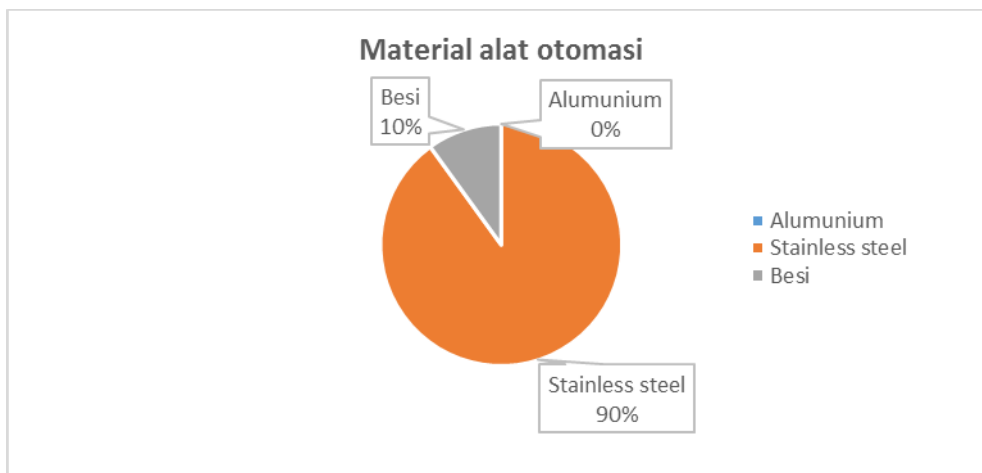
Gambar 4.6 Presentase Rata-Rata Kapasitas Produksi Yang Diharapkan

Berdasarkan hasil jawaban untuk nomor 7 pada gambar 4.6, diketahui bahwa 80% responden memiliki rata-rata jumlah produksi di atas 10 Kg. Sedangkan 20% responden memiliki rata-rata jumlah produksi di bawah 10 Kg.



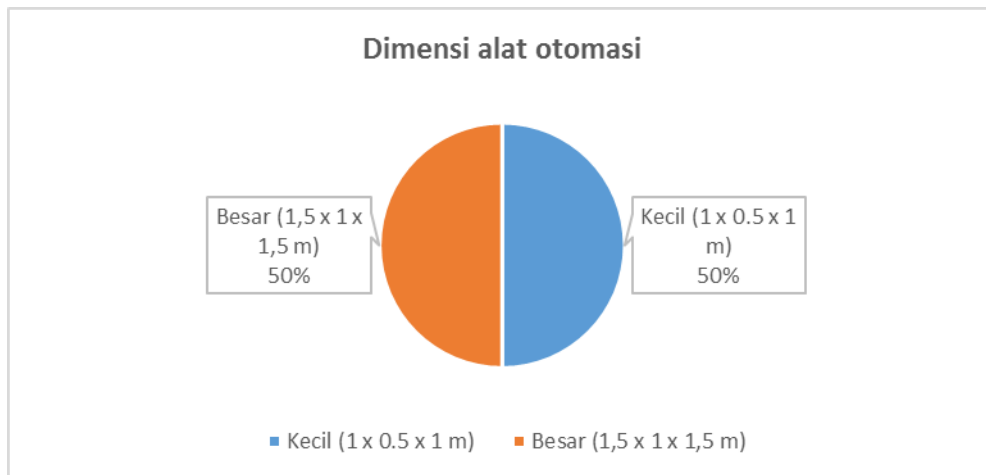
Gambar 4.7 Presentase Responden Yang Membutuhkan Tombol Pengontrol

Berdasarkan hasil jawaban untuk nomor 8 pada gambar 4.7, diketahui bahwa 70% responden membutuhkan tombol pengontrol pada alat otomasi pengolahan multi-komoditas. Hal ini berarti alat berjalan secara semi-otomatis. Sedangkan 20% responden tidak membutuhkan tombol pengontrol pada alat otomasi.



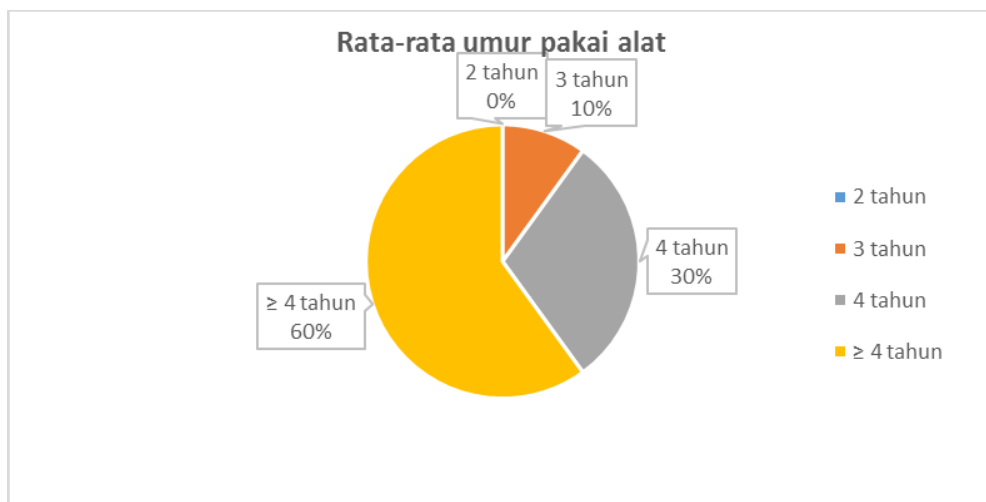
Gambar 4.8 Presentase Pemilihan Material Alat Otomasi

Berdasarkan hasil jawaban untuk nomor 9 pada gambar 4.8, diketahui bahwa 90% responden menghendaki alat otomasi menggunakan material dari bahan *stainless steel*. Sedangkan 10% responden menghendaki besi sebagai bahan utama pembentuk alat otomasi. Tidak ada responden yang memilih alumunium sebagai material dasar untuk alat otomasi.



Gambar 4.9 Presentase Pemilihan Dimensi Alat Otomasi

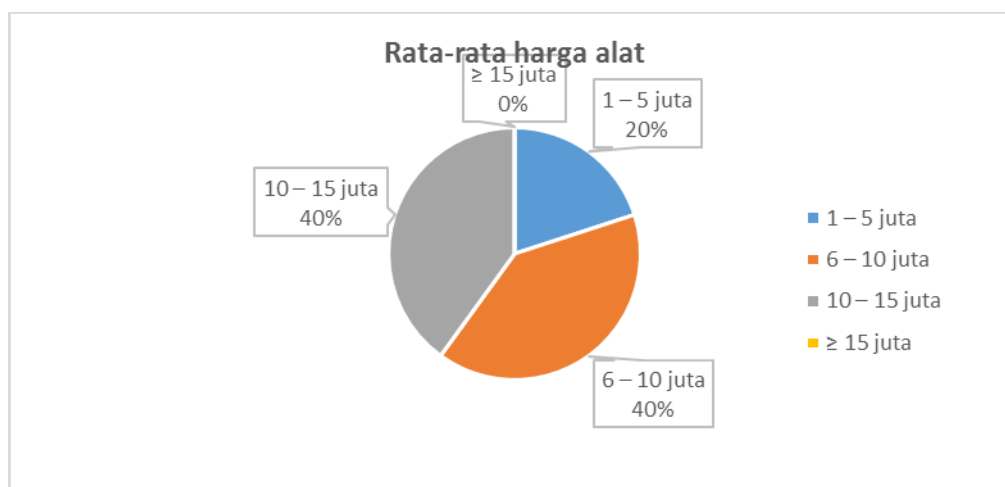
Berdasarkan hasil jawaban untuk nomor 10 pada gambar 4.9, diketahui bahwa 50% responden membutuhkan alat otomasi yang memiliki dimensi besar. Alasan pemilihan dimensi yang besar adalah kapasitas produksi yang lebih besar. Sedangkan responden lain mengharapkan alat otomasi dibuat dalam dimensi yang kecil. Alasan pemilihan dimensi kecil adalah berkaitan dengan ruang yang tersedia untuk penempatan alat otomasi.



Gambar 4.10 Presentase Rata-Rata Umur Pakai Alat

Berdasarkan hasil jawaban untuk nomor 11 pada gambar 4.10, diketahui bahwa 60% responden membutuhkan alat pengolahan yang dapat bertahan lama

hingga lebih dari 4 tahun. Hal ini dikarenakan responden tidak ingin terkendala masalah perbaikan komponen saat melakukan aktivitas produksi. 30% responden menghendaki alat otomasi dapat bertahan 4 tahun. Dan hanya 10% responden saja yang menghendaki rata-rata umur pakai selama 2 tahun. Responden tersebut beralasan dengan rata-rata umur yang pendek maka harga jual dapat ditekan sehingga lebih murah.



Gambar 4.11 Presentase Rata-Rata Harga Alat

Berdasarkan hasil jawaban untuk nomor 12 pada gambar 4.11, diketahui bahwa 40% responden menghendaki alat otomasi memiliki rata-rata harga jual diantara 10-15 juta rupiah. Sedangkan 40% responden lain menghendaki agar rata-rata harga jual berkisar 6-10 juta rupiah. Untuk 20% responden yang lain menghendaki rata-rata harga jual berkisar 1-5 juta rupiah.

4.2 QFD Level 1 (*Technical Requirements*)

Pada subbab 4.3 ini akan dilakukan pengolahan data melalui QFD level 1. Sebelum pengolahan data dilakukan, tingkat kepentingan atribut terlebih dahulu ditentukan dengan menggunakan media kuesioner. *Output* dari QFD level 1 adalah *target value* masing-masing respon teknis.

4.2.1 Penentuan Kepentingan Atribut

Pada subbab 4.2.1 akan dijelaskan mengenai penentuan kepentingan atribut sebagai awal dari pengolahan QFD level 1. Tujuan dari penentuan ini adalah untuk mengetahui tingkat kepentingan atribut menurut konsumen (*customer requirements*). Penentuan tingkat kepentingan dilakukan pada 10 responden di kecamatan Ngancar. Hal ini dikarenakan saat ini di Kecamatan Ngancar hanya terdapat 10 UKM pengolahan komoditas yang menjalankan bisnisnya. Berikut pada tabel 4.3 merupakan hasil penentuan tingkat kepentingan atribut.

Tabel 4.3 Rekap Hasil Penentuan Kepentingan Atribut

No	Atribut	Responden										RII
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Alat mampu bekerja dengan optimal tanpa gangguan (Performansi)	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3.6
2	Produk memiliki fasilitas yang menunjang fungsi produk dan menambah ketertarikan konsumen (Fitur)	3	2	4	3	3	2	2	4	3	3	2.9
3	Desain dan operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan (Kesesuaian dengan spesifikasi)	4	3	3	2	2	4	2	3	2	3	2.8
4	Alat aman dan tidak berbahaya ketika digunakan (Keamanan)	4	4	4	3	4	2	3	3	3	4	3.4
5	Alat mudah untuk diperbaiki, tersedianya komponen (Service/Reparasi)	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2	2.6
6	Umur pakai alat otomasi sebelum diganti (Daya Tahan)	3	3	3	4	3	3	2	4	4	3	3.2
7	Harga produk yang terjangkau (Biaya)	2	3	3	4	2	3	4	3	3	3	3.0

Dari hasil penentuan tingkat kepentingan atribut, didapatkan bahwa atribut yang memiliki rata-rata terbesar adalah performansi. Hal ini dikarenakan sebagian besar dari responden menuntut alat yang memiliki produktivitas tinggi dan *output* yang lebih banyak. Namun selain atribut performansi, UKM pengolahan komoditas juga membutuhkan alat yang memiliki sistem keamanan yang baik dan daya tahan

yang lama. Di sisi lain, atribut dengan rata-rata terendah adalah *service/repairasi*. Hal ini mengindikasikan bahwa konsumen tidak begitu memprioritaskan kemudahan dalam memperbaiki atau merawat alat produksi.

4.2.2 Evaluasi Alat Pengolahan

Pada subbab 4.2.2 akan dilakukan proses evaluasi alat pengolahan melalui *benchmarking*. Kegiatan *benchmarking* dilakukan dengan membandingkan antara Alat Otomasi Daur Ulang Kertas dengan rancangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas. Penilaian dalam *benchmarking* akan melibatkan *expert* di bidang mekanik dan elektrik. Berikut merupakan identifikasi kelebihan dan kekurangan dari *prototype* Alat Otomasi Daur Ulang Kertas pada penelitian yang dilakukan oleh Santosa dan Prasetyawan (2016).

4.2.2.1 Kelebihan Alat Otomasi Daur Ulang Kertas

Berikut merupakan kelebihan yang dimiliki oleh Alat Otomasi Daur Ulang Kertas.

1. *Prototype* memiliki dua buah *microcontroller* yang memungkinkan alat dapat dijalankan secara terpisah.
2. *Prototype* memiliki komponen-komponen yang lebih sederhana. Hal ini menyebabkan biaya pembuatan alat menjadi lebih murah.
3. Komponen-komponen penyusun mudah untuk dibeli dan diganti dengan komponen baru apabila terjadi kerusakan.
4. Rangka yang digunakan terbuat dari bahan yang kuat sehingga dapat menahan beban baik komponen dan material yang berat.
5. Memiliki tombol pengontrol dengan perintah sederhana untuk menjalankan *prototype* secara semi-otomasi.

4.2.2.2 Kekurangan Alat Otomasi Daur Ulang Kertas















Berikut merupakan kekurangan yang dimiliki oleh Alat Otomasi Daur Ulang Kertas.

1. *Prototype* tidak memiliki *cover* pelindung sehingga memiliki risiko kecelakaan kerja yang besar dalam penggunaannya.

2. Motor penggerak dalam sistem penghalusan terpisah dari komponen *meat grinder* sehingga menimbulkan getaran yang berlebihan dan menghasilkan suara yang bising saat alat bekerja. Selain itu kerja motor tidak dapat diatur kecepatannya.
3. Ukuran lubang pada corong *meat grinder* terlalu kecil (diameter 15 cm) untuk mengolah bahan baku yang berukuran besar. Ini mempengaruhi kapasitas dan kecepatan produksi dari keseluruhan alat terutama untuk fungsi penghalusan.
4. Kualitas *output* dari sistem penghalusan tidak terlalu halus karena lubang penghancur pada *meat grinder* terlalu besar.
5. Posisi papan pencetak dengan wadah penampung tidak pas, sehingga bubur tidak tercetak dengan baik.
6. Performansi untuk motor *press* dalam proses pencetakan sangat kurang. Hal ini dikarenakan kecepatan *press* nya yang sangat lambat dan tekanannya yg hanya sebesar 3 bar. Sehingga tekanan tidak cukup untuk memeras bubur.
7. Bubur di-*press* tidak berdasarkan berat melainkan jumlah. Sehingga berat dan ketebalan kertas sangat bervariasi.
8. Komponen *Blower* hanya mengalirkan udara ruangan saja sehingga waktu pengeringan cukup lama. Diperlukan komponen yang dapat menghasilkan panas sehingga waktu pengeringan dapat dipercepat.
9. Tidak ada tombol pengontrol suhu atau kecepatan pada *blower*.
10. *Prototype* menggunakan dua kabel daya untuk menghidupkan sistem kontrol dan sistem dayanya.

Dari hasil penjabaran kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh Alat Otomasi Daur Ulang Kertas, maka selanjutnya dilakukan evaluasi dan penyesuaian melalui tahap pengembangan. Alat Otomasi Daur Ulang Kertas dikembangkan menjadi alat baru yang akan menjalankan fungsi pengolahan multi-komoditas. Selain untuk mengevaluasi kekurangan pada *prototype*, Alat Pengolahan Multi-Komoditas juga dikembangkan untuk menjawab *voice of customer*. Berikut pada tabel 4.4 merupakan hasil penilaian evaluasi melalui *benchmarking*.

Tabel 4.4 Penilaian Evaluasi Produk

No	Atribut	Benchmarking			
		1	2	3	4
1	Performansi				
2	Fitur				
3	Kesesuaian dengan spesifikasi				
4	Keamanan				
5	Service/Reparasi				
6	Daya Tahan				
7	Biaya				

Keterangan:



= Alat Otomasi Daur Ulang Kertas

















= Rancangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas

4.2.3 Objektif Produk

Pada subbab 4.2.3 ini akan dilakukan perhitungan objektif produk dari hasil *benchmarking* yang sudah dilakukan pada subbab sebelumnya. Perhitungan dilakukan dengan mencari bobot masing-masing atribut berdasarkan nilai *Important Rate* (IR) dan *Relative Important Index* (RII). Berikut pada tabel 4.5 merupakan rekap hasil pengolahan data penentuan objektif produk.

Tabel 4.5 Perhitungan Objektif Produk

No	Atribut	Benchmarking				A Evaluation Score	B Target Value	C = B/A IR	D RII	E = C.D Weight	%Weight
		1	2	3	4						
1	Performansi					2	3	1.500	3.6	5.400	0.220
2	Fitur					3	4	1.333	2.9	3.867	0.157
3	Kesesuaian dengan spesifikasi					3	2	0.667	2.8	1.867	0.076
4	Keamanan					2	3	1.500	3.4	5.100	0.207
5	Service/Reparasi					3	3	1.000	2.6	2.600	0.106
6	Daya Tahan					3	4	1.333	3.2	4.267	0.173
7	Biaya					4	2	0.500	3	1.500	0.061
TOTAL										24.6	1

Nilai IR didapatkan dari hasil perbandingan antara *target value* dengan *evaluation score*. Berikut adalah contoh perhitungan IR untuk atribut performansi.

$$\begin{aligned} \text{Evaluation score} &= 2 \\ \text{Target score} &= 3 \\ \text{IR} &= (\text{target value}) / (\text{evaluation score}) \\ &= 3/2 \\ &= 1.5 \end{aligned}$$

Nilai *weight* didapatkan melalui perkalian IR dan RII untuk setiap atribut. Berikut adalah contoh perhitungan *weight* untuk atribut performansi.

$$\begin{aligned} \text{IR} &= 1.5 \\ \text{RII} &= 3.6 \\ \text{Weight} &= \text{IR} \times \text{RII} \\ &= 1.5 \times 3.6 \\ &= 5.4 \end{aligned}$$

Nilai %*weight* didapatkan dari hasil pembagian *weight* suatu atribut dibagi dengan total *weight*. Berikut merupakan contoh perhitungan %*weight* untuk atribut performansi.

$$\begin{aligned} \% \text{Weight}_{(\text{performansi})} &= (\text{weight})_{\text{performansi}} / (\text{total weight}) \times 100\% \\ &= (5.4) / (24.6) \times 100\% \\ &= 11\% \end{aligned}$$

4.2.4 Technical Requirement Atribut

Pada subbab 4.2.4 ini akan ditampilkan hasil penentuan *technical requirements* dari atribut alat. *Technical requirements* adalah respon yang dibutuhkan untuk memenuhi dan menjawab masing-masing atribut yang telah ditentukan. Berikut pada tabel 4.6 merupakan *technical requirement* untuk masing-masing atribut.




Tabel 4.6 *Technical Requirements* Atribut

No	Sistem	<i>Technical Requirements</i>
X1	Sistem Penghalusan	Kecepatan Proses Penghalusan
X2		Beban Komponen Sistem Penghalusan
X3		Struktur Sistem Penghalusan
X4	Sistem Pencetakan / Pemerasan	Kecepatan Proses Pencetakan
X5		Beban Komponen Sistem Pencetakan
X6		Struktur Sistem Pencetakan
X7	Sistem Pendidihan	Waktu Proses Pendidihan
X8		Beban Komponen Sistem Pendidihan
X9		Struktur Alat Pendidihan
X10	Sistem Kontrol	Pengatur Tegangan Listrik
X11		Pengatur Kuat Arus Listrik
X12		Pengatur Integrasi Fungsi

4.2.5 *Matriks Hubungan Antara Technical Requirements Dengan Customer Requirements*

Dalam subbab 4.2.5 berikut akan dilakukan penentuan hubungan antara *technical requirements* dengan *customer requirements*. Penentuan hubungan dilakukan menggunakan matriks melalui proses *brainstorming*. Proses *brainstorming* dilakukan dengan melibatkan *expert* di bidang mekanik dan elektrik. Penilaian hubungan dilakukan dengan menggunakan kategori dan simbol pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Simbol hubungan dalam HOQ

Simbol	Keterangan	Bobot
	Tidak ada hubungan	0
	Ada kemungkinan terjadi hubungan antar keduanya	1
	Bila hubungan yang terjadi biasa-biasa saja	3
	Bila ada hubungan yang kuat	9

Berikut pada gambar 4.12 merupakan hasil penentuan hubungan antara *technical requirements* dengan atribut-atribut dari konsumen. Untuk lebih jelasnya, matrix hubungan dapat dilihat pada LAMPIRAN B.

			X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
			Technical Requirements											
			Sistem Penghalusan			Sistem Pencetakan			Sistem Pendidihan			Sistem Kontrol		
Keterangan Hubungan		Customer Importance	Kecepatan Proses Penghalusan	Beban Komponen Sistem Penghalusan	Struktur Sistem Penghalusan	Kecepatan Proses Pencetakan	Beban Komponen Sistem Pencetakan	Struktur Sistem Pencetakan	Waktu Proses Pendidihan	Beban Komponen Sistem Pendidihan	Struktur Sistem Pendidihan	Pengatur Tegangan Listrik	Pengatur Kuat Arus Listrik	Pengatur Integrasi Fungsi
●	Kuat													
⊙	Sedang													
▲	Lemah													
	Tidak Ada Hubungan													
Customer Requirements	Performansi	5.400	●			●			●			▲	▲	⊙
	Fitur	3.867	⊙			⊙								
	Kesesuaian dengan spesifikasi	1.867	●	●		⊙	▲		⊙	▲		●	●	●
	Keamanan	5.100	▲		●			●			●			
	Service/Reparasi	2.600			●			⊙			●	▲	▲	⊙
	Daya Tahan	4.267	⊙	●	●	▲	●	●		⊙	▲			
	Biaya	1.500	●		●	●		●	●		⊙	●	●	●

Gambar 4.12 Matriks Hubungan *Technical Requirements* dan Atribut-Atribut Dalam *Customer Requirements*

Dari simbol-simbol hubungan yang telah ditentukan pada matrix di dalam gambar 4.12, selanjutnya dilakukan penghitungan peringkat kepentingan. Perhitungan dilakukan dengan merubah simbol menjadi nilai-nilai bobot yang sudah ditentukan sebelumnya. Detail hasil perhitungan pada matriks QFD level 1 dapat dilihat pada LAMPIRAN B.

4.2.6 Hubungan Interaksi Antara Technical Requirements

Setelah hubungan antara *technical requirements* dan *customer requirements* dibuat, maka langkah selanjutnya adalah membuat penilaian hubungan antar *technical requirements*. Penentuan hubungan dilakukan melalui proses *benchmarking* dengan *expert* di bidang mekanik dan elektrik. Berikut merupakan kategori yang digunakan dalam penilaian hubungan dalam matriks.

- Hubungan kuat [●], digunakan untuk menilai hubungan yang berbanding lurus dan berdampak kuat pada peningkatan dan penurunan pada faktor terkait.
- Hubungan kuat [⊙], digunakan untuk menilai hubungan yang berbanding lurus namun berdampak sedang pada peningkatan dan penurunan pada faktor terkait.
- Hubungan kuat [▲], digunakan untuk menilai hubungan yang berbanding lurus namun berdampak lemah pada peningkatan dan penurunan pada faktor terkait.
- Hubungan kuat [], digunakan untuk menilai tidak adanya keterkaitan dan dampak pada peningkatan dan penurunan pada faktor terkait.

			X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
			Technical Requirements											
			Sistem Penghalusan			Sistem Pencetakan			Sistem Pendidihan			Sistem Kontrol		
Keterangan Hubungan		Customer Importance	Kecepatan Proses Penghalusan	Beban Komponen Sistem Penghalusan	Struktur Sistem Penghalusan	Kecepatan Proses Pencetakan	Beban Komponen Sistem Pencetakan	Struktur Sistem Pencetakan	Waktu Proses Pendidihan	Beban Komponen Sistem Pendidihan	Struktur Sistem Pendidihan	Pengatur Tegangan Listrik	Pengatur Kuat Arus Listrik	Pengatur Integrasi Fungsi
●	Kuat													
◉	Sedang													
▲	Lemah													
	Tidak Ada Hubungan													
Customer Requirements	Performansi	5.400	9			9			9			1	1	3
	Fitur	3.867	3			3								
	Kesesuaian dengan spesifikasi	1.867	9	9		3	1		3	1		9	9	9
	Keamanan	5.100	1		9			9			9			
	Service/Reparasi	2.600			9			3			9	1	1	3
	Daya Tahan	4.267	3	9	9	1	9	9		3	1			
	Biaya	1.500	9		9	9		9	9		3	9	9	9
Raw Score			108.4	55.2	121.2	83.567	40.267	105.6	67.7	14.667	78.067	38.3	38.3	54.3
Weight			0.135	0.069	0.150	0.104	0.050	0.131	0.084	0.018	0.097	0.048	0.048	0.067
% Weight			13.5%	6.9%	15.0%	10.4%	5.0%	13.1%	8.4%	1.8%	9.7%	4.8%	4.8%	6.7%
Importance Rank			2	7	1	4	9	3	6	11	5	10	10	8

Gambar 4.14 Matriks Nilai Hubungan *Customer Requirements* dan *Technical Requirements*.

Berdasarkan matriks nilai hubungan *customer requirements* dan *technical requirements* pada gambar 4.14, didapatkan peringkat respon teknis yang menjadi prioritas dalam proses pengembangan produk. Sesuai dengan kebutuhan konsumen (*customer requirements*) maka *technical requirements* yang perlu diprioritaskan adalah struktur dari Alat Pengolahan Multi-Komoditas. Hal ini terlihat dari empat besar peringkat kepentingan dimana secara berurutan terpilih struktur sistem penghalusan, kecepatan proses penghalusan, struktur sistem pencetakan, dan kecepatan proses pencetakan. Selanjutnya dalam melakukan pengembangan alat pengolahan, pemilihan komponen alat pengolahan harus diutamakan pada komponen-komponen yang menunjang kecepatan dan struktur sistem penghalusan.

Selain itu juga harus komponen yang menunjang struktur dan kecepatan sistem pencetakan harus mendapat prioritas.

4.2.8 Pengembangan Technical Requirements

Setelah tingkat kepentingan dari QFD level 1 ditentukan, maka selanjutnya dilakukan pengembangan dari *technical requirements*. Pengembangan *technical requirements* akan dilakukan dengan memberikan *target value* sebagai tolok ukur dari detail respon teknis. Berikut pada tabel 4.8 merupakan hasil pengembangan *technical requirements*.

Tabel 4.8 Pengembangan Technical Requirements

No	Technical Requirements	Customer Requirements	Detail	Target Value
1	Kecepatan Proses Penghalusan	Performansi	Waktu penghalusan	< 5 menit/kg
		Fitur	Pengatur kecepatan motor	0 - 50 rpm
		Kesesuaian dengan spesifikasi	Voltase	AC 100-240 V
		Keamanan	Dimensi corong	$\pm D = 250\text{mm}$; $T = 150\text{mm}$
		Daya Tahan	Material komponen	Stainless steel
		Biaya	Harga alat penghalusan	< Rp 5.000.000,00
2	Beban Komponen Sistem Penghalusan	Kesesuaian dengan spesifikasi	Kapasitas penghalusan	> 10 Kg
		Daya Tahan	Material komponen	Stainless steel
3	Struktur Sistem Penghalusan	Keamanan	Dimensi alat penghalus	$\pm P = 700\text{ mm}$; $L = 500\text{ mm}$; $T = 1200\text{ mm}$
		Service/Reparasi		
		Daya Tahan	Material kerangka	Stainless steel
		Biaya	Harga kerangka	< Rp 150.000/m
4	Kecepatan Proses Pencetakan	Performansi	Kecepatan pencetakan	< 1 menit/kg
		Kesesuaian dengan spesifikasi		
		Fitur	Tekanan	1 mpa
		Daya Tahan	Material komponen	Stainless steel
		Biaya	Harga komponen	< Rp 1.000.000,00
5	Beban Komponen	Kesesuaian dengan spesifikasi	Kapasitas pencetakan	> 10 Kg

No	Technical Requirements	Customer Requirements	Detail	Target Value
	Sistem Pencetakan	Daya Tahan	Material komponen	Stainless steel
6	Struktur Sistem Pencetakan	Keamanan	Dimensi alat pencetakan	$\pm P = 500\text{mm};$ $L = 500\text{mm}$
		Service/Reparasi		
		Daya Tahan	Material kerangka	Stainless steel
		Biaya	Harga kerangka	< Rp 150.000/m
7	Waktu Proses Pendidihan	Performansi	Durasi pendidihan	< 30 menit
		Kesesuaian dengan spesifikasi	Pengaturan temperatur	0 - 100 °C
		Biaya	Harga komponen	< Rp 300.000,00
8	Beban Komponen Sistem Pendidihan	Kesesuaian dengan spesifikasi	Kapasitas pendidihan	> 2 Liter
		Daya Tahan	Material komponen	Stainless steel
9	Struktur Sistem Pendidihan	Keamanan	Dimensi alat pendidihan	$\pm P = 500\text{mm};$ $L = 500\text{mm}$
		Service/Reparasi		
		Daya Tahan	Material kerangka	Stainless steel
		Biaya	Harga kerangka	< Rp 150.000/m
10	Pengatur Tegangan Listrik	Performansi	Output power	300 - 400W
		Kesesuaian dengan spesifikasi	Output voltage	24V
		Service/Reparasi	Arus maksimum	15 A
		Biaya	Biaya komponen	< Rp 200.000,00
11	Pengatur Kuat Arus Listrik	Performansi	Max voltase	220 V
		Kesesuaian dengan spesifikasi	Arus maksimum	10A
		Service/Reparasi		
		Biaya	Biaya komponen	< Rp 90.000,00
12	Pengatur Integrasi Fungsi	Performansi	Voltase	24 VDC
		Kesesuaian dengan spesifikasi	Arus maksimum	< 1000 mA
		Service/Reparasi		
		Biaya	Biaya komponen	< Rp 1.250.000,00

4.3 QFD Level 2 (*Component Characteristics*)

Pada subbab 4.3 ini akan dilakukan pengolahan data melalui QFD level 2. *Input* dari QFD level 2 adalah *technical requirements* hasil pengolahan data pada QFD level 1. *Output* dari QFD level 2 adalah *component characteristics* dan *critical part* yang disertai dengan spesifikasi untuk masing-masing komponen alat.

4.3.1 *Component Characteristics*

Pada subbab 4.3.1 ini akan dilakukan penentuan *component characteristics* penyusun Alat Pengolahan Multi-Komoditas. Penentuan komponen Alat Pengolahan Multi-Komoditas mempertimbangkan urutan proses pengolahan eksisting untuk nanas, jahe merah, dan mengkudu. Untuk menghasilkan produk sekunder berupa sari, proses yang dibutuhkan oleh nanas, jahe merah, dan mengkudu adalah proses pengolahan, proses pencetakan/pemerasan, dan proses pendidihan. Berikut merupakan penjelasan metode dan penggunaan alat pada rangkaian proses produksi nanas, jahe merah, dan mengkudu.

Tabel 4.9 Metode Eksisting Proses Pengolahan Nanas, Jahe Merah, dan Mengkudu

Komoditas	Proses Penghalusan	Proses Pencetakan / Pemerasan	Proses Pendidihan
Nanas	Nanas yang sudah terkupas dihaluskan menggunakan <i>blender</i>	Menggunakan metode penyaringan dengan <i>filter</i>	Menggunakan kompor gas
Jahe Merah	Penghalusan menggunakan parut kelapa	Pemerasan dengan menggunakan kain kasa yang dikencangkan	Menggunakan Oven
Mengkudu	Penghalusan menggunakan <i>blender</i>	Menggunakan metode penyaringan dengan <i>filter</i>	Menggunakan Oven

Karena proses eksisting memiliki banyak kelemahan khususnya waktu produksi yang lama dan kapasitas produksi yang rendah, maka perlu dilakukan *upgrading* alat sehingga dapat bekerja secara otomatis. Proses pengembangan dari manual ke konsep otomasi akan diimplementasikan ke dalam Alat Pengolahan Multi-Komoditas.

Proses pengolahan nanas, jahe merah, dan mengkudu memiliki kemiripan dengan proses pada Alat Otomasi Daur Ulang Kertas. Alat Otomasi Daur Ulang Kertas memiliki urutan proses, yaitu proses penghalusan, proses pencetakan, dan proses pengeringan. Produk akhir Alat Otomasi Daur Ulang Kertas yang digunakan adalah ampas bubur kertas, sedangkan air hasil pencetakan dibuang. Di sisi lain, produk akhir Alat Pengolahan Multi-Komoditas yang diambil adalah sari-nya sedangkan ampas hasil pemerasan dibuang. Oleh karena produk akhir pada proses pengolahan komoditas berbeda dengan proses pengolahan multi-komoditas, maka dilakukan beberapa penyesuaian komponen. Penyesuaian dilakukan dengan merubah komponen pengeringan yang digunakan untuk ampas bubur kertas, menjadi komponen yang dapat menjalankan fungsi pendidihan untuk memproses bahan cair atau sari. Sehingga beberapa komponen Alat Otomasi Daur Ulang Kertas digunakan sebagai model *benchmarking* untuk menentukan alternatif komponen Alat Pengolahan Multi-Komoditas. Berikut merupakan alternatif komponen utama pada setiap proses.




Tabel 4.10 Alternatif Pemilihan Komponen Proses Penghalusan

Alternatif	Nama Komponen	Gambar	Atribut	Spesifikasi	Referensi
1	<i>Meat Grinder</i>		Performansi	50 Kg/Jam	https://www.alibaba.com/product-detail/Low-price-ribbon-blender-mixer-horizontal_60487477473.html?spm=a2700.7724857.0.0.bW3lgJ
			Fitur	Perlu tambahan motor dan V belt	
			Biaya	Rp287.000	
2	<i>Electric Squeezer</i>		Performansi	136 Kg/jam	http://www.amazon.com/3-Electric-Tomato-Squeezer/dp/B008EL43KU
			Fitur	160 rpm motor	
			Biaya	Rp4.360.500	
3	<i>Ribbon Blender</i>		Performansi	100 Kg/Jam	http://www.maksimindomesin.com/4-mixer-horizontal.html
			Fitur	Perlu tambahan motor dan V belt	
			Biaya	Rp7.500.000	

Dari tabel 4.10 didapatkan tiga komponen yang dapat dijadikan alternatif untuk proses penghalusan. Alternatif pertama merupakan komponen yang berasal

dari Alat Otomasi Daur Ulang yang dapat digunakan untuk menghancurkan bahan dengan tekstur berair. Komponen ini merupakan komponen paling murah. Namun komponen bekerja secara manual, sehingga untuk menjalankannya harus dilengkapi dengan fitur tambahan berupa motor. Pada alternatif kedua, komponen yang digunakan adalah *electric squeezer* yang memiliki kapasitas yang lebih besar dari komponen pertama. Walaupun biaya lebih besar namun komponen sudah memiliki motor yang dapat membantu pergerakan *squeezing*. Baik komponen pertama dan komponen kedua sama-sama menggunakan prinsip *squeezing*. Pada alternatif ketiga digunakan *Ribbon Blender*. Komponen bekerja dengan metode *blending*. Kapasitas dan biaya komponen merupakan yang terbesar di antara alternatif penghalusan. Karena kebutuhan respon teknis adalah komponen yang memiliki kecepatan kurang dari 5 menit/Kg dan biaya kurang dari Rp 5.000.000,00, maka komponen yang dipilih sebagai komponen utama sistem penghalusan adalah *Electric Squeezer*. Penggunaan *Electric Squeezer* memungkinkan struktur Alat Pengolahan lebih sederhana dan menghasilkan bubur kertas yang lebih halus.

Tabel 4.11 Alternatif Pemilihan Komponen Proses Pencetakan

Alternatif	Nama Komponen	Gambar	Atribut	Spesifikasi	Referensi
1	<i>Nipping Presser</i>		Performansi	0.2 MPA	http://www.harryrochat.com/harry-rochat-bookbinding-nipping-press.htm
			Fitur	Manual, Butuh motor penggerak	
			Biaya	Rp695.000	
2	Pneumatik		Performansi	1 MPA	digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-14708-2103100068-Presentation2.pdf
			Fitur	Perlu adanya <i>Compressor</i>	
			Biaya	Rp322.000	
3	<i>Motor</i>		Performansi	0.6 MPA	https://www.alibaba.com/product-detail/NMRV30-80ZYT-Series-high-torque-12v_60410777440.html?spm=a2700.7724857.0.0.mi98dr&s=p
			Fitur	1800 rpm motor	
			Biaya	Rp520.000	

Dari tabel 4.11 didapatkan tiga komponen yang dapat dijadikan alternatif untuk proses pencetakan. Alternatif pertama adalah *Nipping Presser*. *Nipping*

Presser bekerja secara manual, sehingga untuk menjalankannya harus dilengkapi dengan fitur tambahan berupa motor penggerak. Komponen ini merupakan komponen paling mahal. Pada alternatif kedua menggunakan *pneumatic*. *Pneumatic* merupakan komponen yang memberikan tekanan dan kecepatan paling besar yaitu 1 mpa. Untuk menggerakkan *pneumatic* dibutuhkan alat penghasil tekanan udara yaitu *compressor*. Pada alternatif ketiga digunakan *Motor Presser*. Komponen ini merupakan komponen yang sama dengan yang digunakan pada Alat Otomasi Daur Ulang Kertas. Walaupun harga nya lebih murah daripada *pneumatic* namun tekanan yang diberikan lebih kecil. Berdasarkan pengembangan target respon teknis yaitu komponen yang memiliki tekanan 1 mpa dan biaya kurang dari Rp 1.000.000,00, maka komponen yang dipilih sebagai komponen utama sistem pencetakan adalah *Pneumatic*.

Tabel 4.12 Alternatif Pemilihan Komponen Proses Pendidihan




Alternatif	Nama Komponen	Gambar	Atribut	Spesifikasi	Referensi
1	<i>Electric Heating Element</i>		Performansi	10detik/C	http://www.aliexpress.com/item/PTC-heating-element-heater-Electric-heater-ceramic-Thermostatic-AC-DC-12V-150W-3-row-
			Fitur	PTC Thermistor, 200C Max	
			Biaya	Rp258.636	
2	<i>Electric Stove</i>		Performansi	3,3detik/C	http://salestores.com/summitsinc11.html#.V47qN_197IU
			Fitur	84% heat efficiency, Timer, Electromagnet Heat	
			Biaya	Rp3.575.000	
3	<i>Blower</i>		Performansi	Airflow: 160 CFM	http://www.amazon.com/dp/B016BJOXX8/ref=psdc_3735251_t1_B00SDGUD00
			Fitur	Motor RPM 3000, 3-prong power cord	
			Biaya	Rp520.000	




Dari tabel 4.12 didapatkan tiga komponen yang dapat dijadikan alternatif untuk proses pendidihan. Alternatif pertama adalah *Electric Heating Element*. Komponen dapat menghasilkan panas dengan cepat dan menyebarkan panas pada bidang yang luas secara merata. Komponen ini merupakan komponen yang paling murah diantara alternatif lain. Pada alternatif kedua digunakan *Electric Stove*. Komponen ini merupakan komponen canggih dengan kecepatan pemanasan lebih

baik dari *Electric Heating Element*. Karena kecanggihannya, komponen ini memiliki harga yang jauh lebih mahal diantara alternatif yang lain. Pada alternatif ketiga digunakan komponen yang berasal dari Alat Otomasi Daur Ulang Kertas yaitu *Blower*. Komponen ini bekerja dengan mengalirkan udara panas ke permukaan bahan. Namun komponen ini lebih cocok untuk fungsi pengeringan yang ditujukan pada bahan padat. Berdasarkan respon teknis yang membutuhkan komponen yang memiliki kecepatan kurang dari 30 menit dan biaya kurang dari Rp 300.000,00 maka komponen yang dipilih sebagai komponen utama sistem pendidihan adalah *Electric Heating Element*.

Berdasarkan hasil pemilihan komponen utama, maka selanjutnya akan ditentukan komponen-komponen penyusun Alat Pengolahan Multi Komoditas. Berikut adalah komponen-komponen penyusun alat beserta alasan pemilihannya.




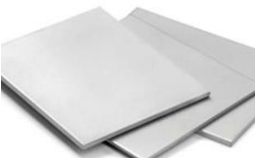



Tabel 4.13 *Component Characteristics* Sistem Penghalusan

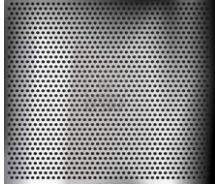
No	Part Characteristics	Alasan Pemilihan	Gambar	Fungsi
A1	Electric Tomato Squeezer	Pemilihan didasarkan pada bahan yang tahan terhadap tekanan udara yang tinggi.		Menghaluskan bahan baku atau komoditas menjadi adonan (bubur) yang memiliki tekstur halus
A3	Bolt Set Screws M12 Cont Point	Komponen diperlukan untuk membagi udara pada katup dan <i>compressor</i> .		Mengunci dan menahan komponen pada rangka agar dapat tetap berada di tempat sesuai rancangan
A4	Papan penyalur	Komponen kedap air dan tidak bocor sehingga efektif sebagai papan penyalur.		Menangkap adonan hasil penghalusan dan menyalurkannya menuju proses berikutnya

No	Part Characteristics	Alasan Pemilihan	Gambar	Fungsi
A5	Brushless Motor Submersible Water Pump Hot	Komponen dapat mengalirkan air dalam kapasitas kecil secara vertical.		Mengalirkan air dari wadah penampung air ke Mesin Penghalus
A6	Selang air	Memiliki diameter yang sesuai dengan pompa air dan memiliki tekstur lentur sehingga dapat mengalirkan air secara fleksibel.		Menyalurkan air yang dipompa oleh Water Pump ke Mesin Penghalus
A7	Kerangka Penghalusan Channel U Bar	Komponen dipilih karena memiliki tekstur yang kuat dan terbuat dari <i>stainless steel</i> .		Sebagai penyangga dan kerangka dari komponen






Tabel 4.14 *Component Characteristics* Sistem Penghalusan

No	Part Characteristics	Alasan Pemilihan	Gambar	Fungsi
B1	Pneumatik udara silinder CDM2B25-50	Komponen dipilih karena memberikan tekanan yang lebih besar yaitu 1 MPA dan memiliki kecepatan rata-rata 6,25mm/detik.		Sebagai pencetak dan penekan bidang cetakan secara horizontal
B2	Solenoid Valve AIRTAC	Komponen dapat menyesuaikan pada tekanan yang diberikan kompresor minimal 8 bar atau 0,8 MPA.		Sebagai katup udara dari compressor untuk mendorong dan menarik silinder pada pneumatic

No	Part Characteristics	Alasan Pemilihan	Gambar	Fungsi
B3	Polyurethane Tube CHELIC Calibrated	Pemilihan didasarkan pada bahan yang tahan terhadap tekanan udara yang tinggi.		Berfungsi untuk menyalurkan udara bertekanan tinggi dari compressor menuju valve dan pneumatic
B4	Pneumatic Push-in Fitting	Komponen diperlukan untuk membagi udara pada katup dan compressor.		Berfungsi sebagai holder dari polyurethane Tube atau dapat digunakan sebagai pembagi udara
B5	Compressor	Komponen dipilih karena dapat menghasilkan tekanan yang besar yaitu 30 bar.		Menghasilkan udara bertekanan tinggi untuk menggerakkan pneumatik
B6	Plat Stainless Steel	Komponen dipilih karena kuat dan ringan dengan berat tidak mencapai 30 gram.		Sebagai bidang pencetakan
B7	Hex Nuts A2 M12	Alat membutuhkan struktur yang kuat sehingga diperlukan Nuts dengan diameter 12mm dan tebal 10mm untuk mengunci komponen.		Mengunci komponen pada rangka agar dapat tetap berada di tempat sesuai rancangan
B8	Bolt Set Screws M12 Cont Point	Alat membutuhkan struktur yang kuat sehingga diperlukan Bolt dengan diameter 12mm dan panjang 50mm untuk mengunci komponen.		Mengunci dan menahan komponen pada rangka agar dapat tetap berada di tempat sesuai rancangan
B9	Kerangka Pencetakan Channel U Bar	Komponen dipilih karena memiliki tekstur yang kuat dan terbuat dari stainless steel.		Sebagai penyangga dan kerangka dari komponen

No	Part Characteristics	Alasan Pemilihan	Gambar	Fungsi
B10	Wadah Penyaring	Komponen dipilih karena kuat dan ringan dengan berat tidak mencapai 5lbs. Selain itu komponen memiliki tekstur berlubang untuk menyaring.		Sebagai wadah penampung hasil proses penghalusan dan menyaring ampas


Tabel 4.15 *Component Characteristics* Sistem Pendidihan

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Gambar	Fungsi
C1	Heating Element Electric	Komponen dipilih karena dapat menghasilkan panas hingga 200°C dan bekerja pada bidang yang luas.		Sebagai isolator panas yang berfungsi untuk memanaskan wadah aluminium
C2	Micro Load Cell	Komponen dipilih karena memiliki kapasitas berat yang besar mencapai 10 Kg.		Sensor berat
C3	Bolt Set Screws A2 M8 x 50mm	Komponen pada sistem tidak terlalu berat sehingga Bolt yang diperlukan hanya berdiameter 8mm dan panjang 12mm untuk mengunci komponen.		Mengunci dan menahan komponen pada rangka agar dapat tetap berada di tempat sesuai rancangan
C4	Hex Nuts A2 M8	Komponen pada sistem tidak terlalu berat sehingga Nuts yang diperlukan hanya berdiameter 8mm untuk mengunci komponen.		Mengunci komponen pada rangka agar dapat tetap berada di tempat sesuai rancangan
C5	Wadah Penampung	Komponen dipilih karena kuat dan ringan dengan berat tidak mencapai 5 lbs. Selain itu bahan dapat menjadi		Sebagai wadah penampung hasil proses penghalusan dan menyaring ampas

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Gambar	Fungsi
		konduktor panas yang baik.		

Tabel 4.16 *Component Characteristics* Sistem Pendidihan

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Gambar	Fungsi
D1	Microcontroller ATMEGA32 – 16 PU	Komponen dipilih karena memiliki kapasitas memori yang memadai dengan ukuran 32 KB dan data width 8 bit.		Pusat bahasa pemrograman dan mengintegrasikan sensor-aktuator
D2	Relay Omron MK3P-I	Komponen tahan lama dan kualitas baik.		Membuka dan menutup kontak sakelar
D3	Terminal Block	Komponen dipilih karena alat terdiri dari banyak kabel dengan saluran berbeda-beda.		Tempat koneksi dari kabel listrik yang masuk atau keluar dari panel listrik
D4	Kabel Eterna	Komponen dipilih karena mudah untuk diinstalasi pada PCB.		Untuk mempercepat perintah melalui transmisi
D5	Push Button	Dipilih karena terbuat dari bahan konduktor listrik yang baik dengan pola yang sudah tercetak.		Memberi perintah untuk menjalankan dan menghentikan fungsi
D6	PCB	Komponen dipilih karena memiliki kapasitas maximum 700mA sesuai kebutuhan pada sirkuit listrik.		Sebagai tempat integrasi komponen elektronik

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Gambar	Fungsi
D7	Power Supply	Komponen dipilih karena memiliki kapasitas maximum 700mA sesuai kebutuhan pada sirkuit listrik.		Menyediakan arus listrik dan mengubahnya dari AC menjadi DC, serta menstabilkan tegangan listrik

4.3.2 Matriks Hubungan Antara Component Characteristics Dengan Technical Requirements

Dalam subbab 4.3.2 berikut akan dilakukan penentuan hubungan antara *customer requirements* dengan *Technical Requirements*. Penentuan hubungan dilakukan menggunakan matriks melalui proses *brainstorming*. Proses *brainstorming* dilakukan dengan melibatkan *expert* di bidang mekanik dan elektrik. Penilaian hubungan dilakukan dengan mengkategorikan ke dalam hubungan yang kuat, hubungan sedang, hubungan lemah, dan tidak ada hubungan. Masing-masing hubungan dalam QFD level 2 dilambangkan ke dalam simbol-simbol berikut.

- Hubungan kuat [●], digunakan untuk menilai hubungan yang berbanding lurus dan berdampak kuat pada peningkatan dan penurunan pada faktor terkait.
- Hubungan kuat [⊙], digunakan untuk menilai hubungan yang berbanding lurus namun berdampak sedang pada peningkatan dan penurunan pada faktor terkait.
- Hubungan kuat [▲], digunakan untuk menilai hubungan yang berbanding lurus namun berdampak lemah pada peningkatan dan penurunan pada faktor terkait.
- Hubungan kuat [], digunakan untuk menilai tidak adanya keterkaitan dan dampak pada peningkatan dan penurunan pada faktor terkait.

Berikut pada gambar 4.15 merupakan hasil penentuan hubungan antara *technical requirements* dengan atribut-atribut dari konsumen. Untuk lebih jelasnya, matrix hubungan dapat dilihat pada LAMPIRAN C.

			Component Charateristics							
			Sistem Penghalusan							
			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	
Technical Requirements	Keterangan Hubungan		Customer Importance	Electric Tomato Squeezer	Hex Nuts A2 M12	Bolt Set Screws M12 Cont Point	Papan penyalur	Brushless Motor Submersible Water Pump Hot	Selang Air	Kerangka Penghalusan Channel U Bar
	●	Kuat								
	⊙	Sedang								
	▲	Lemah								
		Tidak Ada Hubungan								
	X1	Kecepatan Proses Penghalusan	0.135	●				▲		
	X2	Beban Komponen Sistem Penghalusan	0.069	●	▲	⊙	●	⊙	⊙	●
	X3	Struktur Sistem Penghalusan	0.150	●	⊙	⊙	●	●	▲	●

Gambar 4.15 Hubungan *Component Characteristics* dan *Technical Requirements* Sistem Penghalusan

Gambar 4.15 merupakan penilaian hubungan anantara *component characteristics* dan *technical requirements* pada sistem penghalusan. Terdapat delapan hubungan kuat, lima hubungan sedang, dan tiga hubungan lemah. Selanjutnya simbol-simbol yang sudah ditentukan pada matriks diubah menjadi nilai-nilai sesuai dengan ketentuan. Penilaian digunakan untuk menghitung peringkat kepentingan.

			Component Charateristics										
			Sistem Pencetakan										
			B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	
Technical Requirements	Keterangan Hubungan		Customer Importance	Pneumatik udara silinder CDM2B25-50	Solenoid Valve AIRTAC	Polyurethane Tube CHELIC Calibrated	Pneumatic Push-in Fitting	Compressor	Plat Stainless Steel	Hex Nuts A2 M12	Bolt Set Screws M12 Cont Point	Kerangka Pencetakan Channel U Bar	Wadah Penyaringan
	●	Kuat											
	⦿	Sedang											
	▲	Lemah											
		Tidak Ada Hubungan											
X4	Kecepatan Proses Pencetakan	0.104	●	●			●						
X5	Beban Komponen Sistem Pencetakan	0.050	⦿	▲	▲	▲	●	●	▲	⦿	●	●	
X6	Struktur Sistem Pencetakan	0.131	●	⦿	⦿	▲	▲	●	⦿	⦿	●	●	

Gambar 4.16 Hubungan *Component Characteristics* dan *Technical Requirements* Sistem Pencetakan

Gambar 4.16 merupakan penilaian hubungan antara *component characteristics* dan *technical requirements* pada sistem pencetakan. Terdapat sebelas hubungan kuat, enam hubungan sedang, dan enam hubungan lemah. Selanjutnya simbol-simbol yang sudah ditentukan pada matriks diubah menjadi nilai-nilai sesuai dengan ketentuan. Penilaian digunakan untuk menghitung peringkat kepentingan.

				Component Charateristics				
				Sistem Pendidihan				
				C1	C2	C3	C4	C5
	Keterangan Hubungan		Customer Importance	Heating Element Electric	Micro Load Cell	Bolt Set Screws A2 M8 x 50mm	Hex Nuts A2 M8	Wadah Penampung
	●	Kuat						
	⊙	Sedang						
	▲	Lemah						
		Tidak Ada Hubungan						
Technical Requirements	X7	Waktu Proses Pendidihan	0.084	●	●			
	X8	Beban Komponen Sistem Pendidihan	0.018	●	▲	⊙	▲	●
	X9	Struktur Sistem Pendidihan	0.097	●	⊙	⊙	⊙	●

Gambar 4.17 Hubungan *Component Characteristics* dan *Technical Requirements* Sistem Pendidihan

Gambar 4.17 merupakan penilaian hubungan antara *component characteristics* dan *technical requirements* pada sistem penghalusan. Terdapat enam hubungan kuat, empat hubungan sedang, dan tiga hubungan lemah. Selanjutnya simbol-simbol yang sudah ditentukan pada matriks diubah menjadi nilai-nilai sesuai dengan ketentuan. Penilaian digunakan untuk menghitung peringkat kepentingan.

				Component Charateristics						
				Sistem Kontrol						
				D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
	Keterangan Hubungan		Customer Importance	Microcontroller ATMEGA32 – 16 PU	Relay Omron MK3P-I	Terminal Block	Kabel Eterna	Push Button	PCB	Power Supply
	●	Kuat								
	⊙	Sedang								
	▲	Lemah								
		Tidak Ada Hubungan								
Technical Requirements	X10	Pengatur Tegangan Listrik	0.048	▲	⊙	▲	▲			●
	X11	Pengatur Kuat Arus Listrik	0.048		⊙	▲	▲	●		⊙
	X12	Pengatur Integrasi Fungsi	0.067	●		⊙			⊙	

Gambar 4.18 Hubungan *Component Characteristics* dan *Technical Requirements* Sistem Kontrol

Gambar 4.18 merupakan penilaian hubungan antara *component characteristics* dan *technical requirements* pada sistem penghalusan. Terdapat dua hubungan kuat, lima hubungan sedang, dan lima hubungan lemah. Selanjutnya simbol-simbol yang sudah ditentukan pada matriks diubah menjadi nilai-nilai sesuai dengan ketentuan. Penilaian digunakan untuk menghitung peringkat kepentingan.

4.3.3 Penilaian Peringkat Kepentingan Matriks QFD level 2

Pada subbab 4.3.3 berikut akan dilakukan pengolahan data untuk QFD level 2. Pengolahan data diawali dengan penilaian tingkat hubungan antara *technical requirements* dan *customer requirements*. Nilai dan bobot selanjutnya digunakan untuk menentukan *raw score*, *weight*, *%weight*, dan *importance rank*. Berikut merupakan hasil perhitungan nilai yang ditampilkan pada gambar 4.19.

				Component Charateristics						
				Sistem Penghalusan						
				A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
	Keterangan Hubungan		Customer Importance	Electric Tomato Squeezer	Hex Nuts A2 M12	Bolt Set Screws M12 Cont Point	Papan penyalur	Brushless Motor Submersible Water Pump Hot	Selang Air	Kerangka Penghalusan Channel U Bar
	●	Kuat								
	⦿	Sedang								
	▲	Lemah								
		Tidak Ada Hubungan								
Technical Requirements	X1	Kecepatan Proses Penghalusan	0.109	9				1		
	X2	Beban Komponen Sistem Pencetakan	0.060	9	1	3	9	3	3	9
	X3	Struktur Sistem Pencetakan	0.122	9	3	3	9	9	1	9
	Raw Score			2.618	0.426	0.546	1.637	1.386	0.302	1.637
	Weight			0.306	0.050	0.064	0.191	0.162	0.035	0.191
	% Weight			31%	5.0%	6.4%	19.1%	16.2%	3.5%	19.1%
	Importance Rank			1	6	5	2	4	7	2

Gambar 4.19 Matriks Nilai Hubungan *Technical Requirements* dan *Component Characteristics* Sistem Penghalusan

Berdasarkan matriks nilai hubungan *technical requirements* dan *component characteristics* pada gambar 4.19, didapatkan peringkat prioritas dari komponen sistem penghalusan. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan, *Electric Tomato Squeezer* menjadi komponen yang mendapat prioritas pertama. Hal ini dikarenakan komponen tersebut memegang peran utama dalam menghaluskan bahan baku komoditas. Komponen *Electric Tomato Squeezer* mempengaruhi bagaimana struktur sistem penghalusan akan dirancang. Selain itu juga *Electric Tomato Squeezer* menentukan kecepatan proses penghalusan. Hal ini dikarenakan *Electric*

Tomato Squeezer memegang fungsi mekanik yang kecepatannya bergantung pada spesifikasi komponen tersebut.

Selain itu komponen yang mendapat prioritas kedua adalah papan penyalur dan kerangka. Papan penyalur dan kerangka perlu diberikan perhatian dalam fase pengembangan ini karena memiliki pengaruh besar terhadap beban dan struktur sistem penghalusan.

			Component Charateristics										
			Sistem Pencetakan										
			B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	
			Keterangan Hubungan	Customer Importance	Pneumatik udara silinder CDM2B25-50	Solenoid Valve AIRTAC	Polyurethane Tube CHELIC Calibrated	Pneumatic Push-in Fitting	Compressor	Plat Stainless Steel	Hex Nuts A2 M12	Bolt Set Screws M12 Cont Point	Kerangka Pencetakan Channel U Bar
●	Kuat												
⦿	Sedang												
▲	Lemah												
	Tidak Ada Hubungan												
Technical Requirements	X4	Kecepatan Proses Pencetakan	0.104	9	9			9					
	X5	Beban Komponen Sistem Pencetakan	0.050	3	1	1	1	9	9	1	3	9	9
	X6	Struktur Sistem Pencetakan	0.131	9	3	3	1	3	9	3	3	9	9
Raw Score			2.263	1.377	0.443	0.181	1.777	1.63	0.443	0.543	1.63	1.63	
Weight			0.190	0.116	0.037	0.015	0.149	0.137	0.037	0.046	0.137	0.137	
% Weight			19.0%	11.6%	3.7%	1.5%	14.9%	13.7%	3.7%	4.6%	13.7%	13.7%	
Importance Rank			1	6	8	10	2	3	8	7	3	3	

Gambar 4.20 Matriks Nilai Hubungan *Technical Requirements* dan *Component Characteristics* Sistem Pencetakan

Berdasarkan matriks nilai hubungan *technical requirements* dan *component characteristics* pada gambar 4.20, didapatkan peringkat prioritas dari komponen sistem pencetakan. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan, *Pneumatic* menjadi komponen yang mendapat prioritas pertama. Hal ini dikarenakan komponen tersebut memegang peran utama dalam menghasilkan tekanan untuk

mencetak bubuk hasil penghalusan. Maka dari itu *Pneumatic* berpengaruh besar pada kecepatan dan struktur dari sistem pencetakan.

Selain itu komponen yang mendapat prioritas kedua adalah *compressor*. Walaupun komponen tersebut terpisah dari Alat Pengolahan Multi-Komoditas, namun komponen ini berperan besar khususnya terhadap kecepatan, dan beban alat pengolahan, serta memiliki pengaruh sedang terhadap perancangan struktur alat pencetakan.

				Component Charateristics				
				Sistem Pendidihan				
				C1	C2	C3	C4	C5
	Keterangan Hubungan		Customer Importance	Heating Element Electric	Micro Load Cell	Bolt Set Screws A2 M8 x 50mm	Hex Nuts A2 M8	Wadah Penampung
	●	Kuat						
	◎	Sedang						
	▲	Lemah						
		Tidak Ada Hubungan						
Technical Requirements	X7	Waktu Proses Pendidihan	0.084	9	9			
	X8	Beban Komponen Sistem Pendidihan	0.018	9	1	3	1	9
	X9	Struktur Sistem Pendidihan	0.097	9	3	3	3	9
	Raw Score			2.563	1.377	0.543	0.443	1.630
	Weight			0.391	0.210	0.083	0.068	0.249
	% Weight			39.1%	21.0%	8.3%	6.8%	24.9%
	Importance Rank			1	3	4	5	2

Gambar 4.21 Matriks Nilai Hubungan *Technical Requirements* dan *Component Characteristics* Sistem Pendidihan

Berdasarkan matriks nilai hubungan *technical requirements* dan *component characteristics* pada gambar 4.21, didapatkan peringkat prioritas dari komponen sistem pendidihan. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan, *Heating Element* menjadi komponen yang mendapat prioritas pertama. Hal ini dikarenakan komponen tersebut memegang peran utama dalam menghasilkan panas dan mendidihkan sari hasil pencetakan. *Heating Element* memberikan pengaruh yang besar terhadap kecepatan, beban, dan struktur sistem pendidihan.

Selain itu komponen yang mendapat prioritas kedua adalah wadah penampung. Komponen ini menjadi prioritas kedua dikarenakan memiliki peran dan pengaruh yang besar terhadap beban dan struktur sistem pendidihan.

				Component Charateristics						
				Sistem Kontrol						
				D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
	Keterangan Hubungan		Customer Importance	Microcontroller ATMEGA32 – 16 PU	Relay Omron MK3P-I	Terminal Block	Kabel Eterna	Push Button	PCB	Power Supply
	●	Kuat								
	⦿	Sedang								
	▲	Lemah								
		Tidak Ada Hubungan								
Technical Requirements	X10	Pengatur Tegangan Listrik	0.048	1	3	1	1			9
	X11	Pengatur Kuat Arus Listrik	0.048		3	1	1	9		3
	X12	Pengatur Integrasi Fungsi	0.067	9		3			3	
Raw Score				1.284	0.461	0.547	0.154	0.450	0.393	1.084
Weight				0.294	0.105	0.125	0.035	0.103	0.090	0.248
% Weight				29.4%	10.5%	12.5%	3.5%	10.3%	9.0%	24.8%
Importance Rank				1	5	3	7	6	4	2

Gambar 4.22 Matriks Nilai Hubungan *Technical Requirements* dan *Component Characteristics* Sistem Kontrol

Berdasarkan matriks nilai hubungan *technical requirements* dan *component characteristics* pada gambar 4.22, didapatkan peringkat prioritas dari komponen sistem kontrol. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan, *Microcontroller* menjadi komponen yang mendapat prioritas pertama. Hal ini dikarenakan komponen tersebut memegang peran utama dalam mengatur kerja sensor dan actuator pada sistem secara terintegrasi.

Selain itu komponen yang mendapat prioritas kedua adalah *Power Supply*. Komponen ini menjadi prioritas kedua dikarenakan memiliki peran dan pengaruh yang besar terhadap pengaturan tegangan dan arus listrik.

4.3.4 Pengembangan Component Characteristics

Setelah tingkat kepentingan dari QFD level 2 ditentukan, maka selanjutnya dilakukan pengembangan dari *component characteristics*. Pengembangan *component characteristics* akan dilakukan dengan memberikan detail spesifikasi dari setiap respon teknis komponen. Berikut pada tabel 4.13, 4.14, 4.15, dan 4.16 merupakan hasil pengembangan *technical requirements*.

Tabel 4.17 Pengembangan *Component Characteristics* Sistem Penghalusan

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Detail	Spesifikasi	Referensi
A1	Electric Tomato Squeezer	Kecepatan Proses Penghalusan	Commercial grade	300 Watt motor 160 rpm	http://www.amazon.com/3-Electric-Tomato-Squeezer/dp/B008EL43KU
			Kapasitas	136 Kg/jam	
		Beban Komponen Sistem Penghalusan	Berat	6 Kg	
		Struktur Sistem Penghalusan	Material	Stainless steel	
			Biaya	Rp4,360,500	
A2	Hex Nuts A2 M12	Beban Komponen Sistem Penghalusan	Berat	0.114 Kg	http://www.gpceurope.com/en/product/gpc-hexagon-flange-nut-with-

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Detail	Spesifikasi	Referensi
A3	Bolt Set Screws M12 Cont Point	Struktur Sistem Penghalusan	Diameter	12 mm	serration-din-6923-a2-m12-259
			Tebal Nut	10 mm	
			Material	Stainless steel	
			Biaya	Rp1,250 /unit	
		Beban Komponen Sistem Penghalusan	Berat	0.0966 lbs	http://uk.rs-online.com/web/p/cone-point-set-screws/0767781/
A4	Papan penyalur	Struktur Sistem Penghalusan	Panjang	50 mm	
			Diameter	12 mm	
			Material	Stainless steel	
			Harga	Rp5,400/unit	
		Beban Komponen Sistem Penghalusan	Berat	200 Gram	
A5	Brushless Motor Submersible Water Pump Hot	Kecepatan Proses Penghalusan	Dimensi	800 mm x 300 mm	http://www.modernplastics.co.nz/products/acrylic/
			Tebal	2 mm	
			Material	Acrylic	
			Harga	Rp194,500	
		Beban Komponen Sistem Penghalusan	Berat	300 Gram	https://www.tokopedia.com/alvaonline/solar-dc-water-pump-mini-12v
			Dimensi	8.5 x 4.8 x 6.5 Cm	

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Detail	Spesifikasi	Referensi
A6	Selang air	Struktur Sistem Penghalusan	Material	Stainless steel shaft	https://www.mataharimall.com/kebabibit-media-aquarium-selang-300gr-putih-575690.html
			Biaya	Rp385,000	
		Beban Komponen Sistem Penghalusan	Berat	300 Gram	
		Struktur Sistem Penghalusan	Diameter	1,5 cm x 1 m	
			Material	PVC	
			Biaya	Rp60,000	
A7	Kerangka Penghalusan Channel U Bar	Beban Komponen Sistem Penghalusan	Berat	9.38 Kg	http://www.suryalagam.com/2012/11/19/unp-stainless-steel-kanal-u-profil-u/
		Struktur Sistem Penghalusan	Dimensi	P = 6 m	
			Material	Stainless Steel	
			Biaya	Rp100,000	

Tabel 4.18 Pengembangan *Component Characteristics* Sistem Pencetakan

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Detail	Spesifikasi	Referensi
B1	Pneumatik udara silinder CDM2B25-50	Kecepatan Proses Pencetakan	Max press	1 mpa	http://id.aliexpress.com/item/25mm-x-50mm-Stainless-Steel-Air-Pneumatic-Cylinder-CDM2B25-50/2048057709.html?spm=2114.45010308.4.19.ORSLqi
		Beban Komponen Sistem Pencetakan	Berat	232 Gram	
		Struktur Sistem Pencetakan	Material	Stainless steel	
			Dimensi	Bore = 25 mm; Stroke = 50 mm	
			Biaya	Rp322,000	

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Detail	Spesifikasi	Referensi
B2	Solenoid Valve AIRTAC	Kecepatan Proses Pencetakan	Standard use	0,8 mpa / 8 bar ; 220 Volt	https://www.tokopedia.com/duniavalve/pneumatic-solenoid-valve-airtac
		Beban Komponen Sistem Pencetakan	Berat	250 Gram	
		Struktur Sistem Pencetakan	Material	Stainless steel	
			Dimensi	Panjang = 8 cm; Lebar = 4 cm	
			Biaya	Rp120,000	
B3	Polyurethane Tube CHELIC Calibrated	Beban Komponen Sistem Pencetakan	Berat	50 Gram	https://www.tokopedia.com/jirifarm/selang-pu-tube-8x6mm-untuk-hidroponik-nft-kuat-dan-tahan-lama
		Struktur Sistem Pencetakan	Material	Polyurethane	
			Dimensi	Luar = 8 mm; Dalam = 6 mm	
			Biaya	Rp15,000/meter	
B4	Pneumatic Push-in Fitting	Beban Komponen Sistem Pencetakan	Berat	50 Gram	www.omjoni.com/20pcs-lot-pv-6-plastic-pneumatic-push-in-fitting-union-elbow-fitting-1463022150.html
		Struktur Sistem Pencetakan	Material	Polyurethane	
			Dimensi	L = 6cm; W = 4cm; H = 2cm	
			Biaya	Rp174,000	
B5	Compressor	Kecepatan Proses Pencetakan	Putaran Max	1450 Rpm	https://www.tokopedia.com/jagoteknik/kompresor-mini-air-brush-mini-air-compressor-prohex
			Keluaran Angin	20-23 Liter/menit	
		Beban Komponen Sistem Pencetakan	Berat	4,5 Kg	
		Struktur Sistem Pencetakan	Material	Stainless steel	

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Detail	Spesifikasi	Referensi
			Biaya	Rp850,000	
B6	Plat Stainless Steel	Beban Komponen Sistem Pencetakan	Berat	23,8 Gram	http://plat-stainless-steel.com/wp-content/uploads/2013/01/SUS1.jpg
		Struktur Sistem Pencetakan	Material	Stainless Steel	
			Dimensi	1,22 m x 2,44 m; Tebal = 1 mm	
			Biaya	Rp628,320	
B7	Hex Nuts A2 M12	Beban Komponen Sistem Penghalusan	Berat	0.114 Kg	http://www.gpceurope.com/en/product/gpc-hexagon-flange-nut-with-serration-din-6923-a2-m12-259
		Struktur Sistem Penghalusan	Diameter	12 mm	
			Tebal Nut	10 mm	
			Material	Stainless steel	
			Biaya	Rp1,250 /unit	
B8	Bolt Set Screws M12 Cont Point	Beban Komponen Sistem Penghalusan	Berat	0.0966 lbs	http://uk.rs-online.com/web/p/cone-point-set-screws/0767781/
		Struktur Sistem Penghalusan	Panjang	50 mm	
			Diameter	12 mm	
			Material	Stainless steel	
			Harga	Rp5,400/unit	
B9	Kerangka Pencetakan Channel U Bar	Beban Komponen Sistem Penghalusan	Berat	9.38 Kg	http://www.suryaloga.com/2012/11/19/unip-stainless-steel-kanal-u-profil-u/
			Dimensi	P = 6 m	

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Detail	Spesifikasi	Referensi
B10	Wadah Penyaring	Struktur Sistem Penghalusan	Material	Stainless Steel	http://www.suryaloga.com/2012/11/11/plat-lubang-stainless-steel/
			Biaya	Rp100,000	
		Beban Komponen Sistem Pengeringan	Berat	4.61 lbs	
		Struktur Sistem Pengeringan	Material	Stainless steel	
			Dimensi	P = 400mm; L = 400mm; T = 5mm	
			Diameter lubang	1 mm	
	Biaya	Rp220,000			

Tabel 4.19 Pengembangan *Component Characteristics* Sistem Pendidihan

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Detail	Spesifikasi	Referensi
C1	Heating Element Electric	Kecepatan Proses Pendidihan	Daya	150 W	http://www.aliexpress.com/item/PTC-heating-element-heater-Electric-heater-ceramic-Thermostatic-AC-DC-12V-150W-3-row-micro/32590400208.html?spm=2114.40010308.4.84.7GA67
			Tegangan	12 V	
			Consistance	200 °C	
		Beban Komponen Sistem Pendidihan	Berat	250 Gram	
		Struktur Sistem Pendidihan	Material	PTC Thermistor	
			Dimensi	75.5mm x 76mm x 26mm	
			Biaya	Rp258,636.73	
C2	Micro Load Cell	Kecepatan Proses Pendidihan	Capacity	10 Kg	https://www.tokopedia.com/maspabi/senso

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Detail	Spesifikasi	Referensi
		Beban Komponen Sistem Pendidihan	Berat	350 Gram	r-berat-portable-micro-load-cell-10-kg
		Struktur Sistem Pendidihan	Material	Stainless Steel	
			Dimensi	55.25mm x 12.7mm x 12.7mm	
			Biaya	Rp110,000	
C3	Bolt Set Screws A2 M8 x 50mm	Beban Komponen Sistem Pendidihan	Berat	0.0966 lbs	http://uk.rs-online.com/web/p/grub-screws-set-screws/0520015/
		Struktur Sistem Pendidihan	Material	Stainless Steel	
			Dimensi	D = 8mm, P = 50mm	
			Biaya	Rp1.300/unit	
C4	Hex Nuts A2 M8	Beban Komponen Sistem Pendidihan	Berat	0.114 Kg	https://www.bukalapak.com/p/industrial/tools/1khsga-jual-stainless-steel-mur-nut-m8-anti-karat?from=similar-unavailable-product
		Struktur Sistem Pendidihan	Material	Stainless Steel	
			Diameter	8 mm	
			Biaya	Rp1.100/unit	
C5	Wadah Penampung	Beban Komponen Sistem Pendidihan	Berat	4.61 lbs	https://www.stainlesssupply.com/order-metal-online/docs/g3c1055s26ss0p0/3105-H14-white-aluminum-sheet.htm
		Struktur Sistem Pendidihan	Material	Aluminium	
			Dimensi	P = 400mm; L = 400mm; T = 1mm	
			Diameter lubang	1 mm	
			Biaya	Rp236,250	

Tabel 4.20 Pengembangan *Component Characteristics* Sistem Kontrol

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Detail	Spesifikasi	Referensi
D1	Microcontroller ATMEGA32 – 16 PU	Pengatur Tegangan Listrik	Tegangan	5.5 Volt	http://www.jualardui.com/atmega32-16-pu/
		Pengatur Intgrasi Fungsi	Data bus width	8 bit	
			Program memory size	32 KB	
			Biaya	Rp65,000	
D2	Relay Omron MK3P-I	Pengatur Tegangan Listrik	Tegangan	12 Volt	https://www.tokopedia.com/misvel/relay-omron-mk3p-i-12-volt-acdc-11-pin
		Pengatur Kuat Arus Listrik	Arus	10A	
			Biaya	Rp32,000	
D3	Terminal Block	Pengatur Tegangan Listrik	Tegangan	300 Volt	http://www.vetco.net/catalog/product_info.php?products_id=6544
		Pengatur Kuat Arus Listrik	Arus	30A	
		Pengatur Integrasi Fungsi	Wire Range	14AWG - 22AWG	
			Biaya	Rp81,000	
D4	Kabel Eterna	Pengatur Tegangan Listrik	Tegangan	300 Volt	https://www.bukalapak.com/p/rumah-tangga/home-stuff/50kof-jual-kabel-tunggal-kawat-nym-2x1-5-eterna-harga-per-meter
		Pengatur Kuat Arus Listrik	Arus	30A	
			Ukuran	2 x 1.5 mm	
			Biaya	Rp6.000/meter	
D5	Push Button	Pengatur Kuat Arus Listrik	Arus	10A	http://www.omega.com/pptst/OMPBD7.html
			Tegangan	AC 250 V	
			Biaya	Rp324,000	

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Detail	Spesifikasi	Referensi
D6	PCB	Pengatur Integrasi Fungsi	Dimensi	40 x 60 mm	https://www.bukalapak.com/p/elektronik/komponen-elektronik/3pcx7-jual-double-side-prototype-pcb-breadboard-tinned-universal-4x6-cm-40x60-mm
			Grid	54 mm	
			Material	FR-4 Fiberglass	
			Biaya	Rp15,000	
D7	Power Supply	Pengatur Tegangan Listrik	Output Voltage	5 Volt	https://www.bukalapak.com/p/elektronik/lain-lain-208/518kc-jual-dedicated-power-supply-module-3-3v-5v-for-breadboard-mb-102?from=similar-unavailable-product
			Input Voltage	6.5 - 12 Volt	
		Pengatur Kuat Arus Listrik	Output Current Maximum	700 mA	
			Biaya	Rp35,000	

4.4 QFD Level 3 (*Process Requirements*)

Pada subbab 4.4 ini akan dilakukan pengolahan data melalui QFD level 3. *Input* dari QFD level 3 adalah *component characteristics* hasil pengolahan data pada QFD level 2. *Output* dari QFD level 3 adalah detail *process requirements* dari komponen-komponen Alat Pengolahan Multi-Komoditas.

4.4.1 *Process Requirements*

Pada subbab 4.4.1 ini akan dilakukan penentuan *process requirements* berdasarkan *component characteristics* yang sudah diterjemahkan pada subbab sebelumnya. Penentuan *process requirements* dimulai dengan terlebih dahulu menentukan komponen buat/beli digunakan dalam Alat Pengolahan Multi-Komoditas. Berikut penentuan produk buat/beli dari alat pengolahan disajikan pada tabel 4.17.

Tabel 4.21 *Component Characteristics* Produk Buat dan Beli Alat Pengolahan Multi Komoditas

No	Sistem	Part Characteristics	Buat/Beli
A1	Sistem Penghalusan	Electric Tomato Squeezer	Beli
A2		Hex Nuts A2 M12	Beli
A3		Bolt Set Screws M12 Cont Point	Beli
A4		Papan penyalur	Beli dan Buat
A5		Brushless Motor Submersible Water Pump Hot	Beli
A6		Selang Air	Beli
A7		Kerangka Penghalusan Channel U Bar	Beli dan Buat
B1	Sistem Pencetakan	Pneumatik udara silinder CDM2B25-50	Beli
B2		Solenoid Valve AIRTAC	Beli
B3		Polyurethane Tube CHELIC Calibrated	Beli
B4		Pneumatic Push-in Fitting	Beli
B5		Compressor	Beli
B6		Plate Stainless Steel	Beli dan Buat
B7		Hex Nuts A2 M12	Beli
B8		Bolt Set Screws M12 Cont Point	Beli
B9		Kerangka Pencetakan Channel U Bar	Beli dan Buat
B10		Wadah Penyaringan	Beli dan Buat
C1	Sistem Pendiidihan	Heating Element Electric	Beli
C2		Micro Load Cell	Beli

No	Sistem	Part Characteristics	Buat/Beli
C3	Sistem Kontrol	Bolt Set Screws A2 M8 x 50mm	Beli
C4		Hex Nuts A2 M8	Beli
C5		Wadah Penampung	Beli dan Buat
D1		Microcontroller ATMEGA32 – 16 PU	Beli
D2		Relay Omron MK3P-I	Beli
D3		Terminal Block	Beli
D4		Kabel Eterna	Beli
D5		Push Button	Beli
D6		PCB	Beli
D7		Power Supply	Beli

4.4.2 Matriks Hubungan Antara Process Requirements Dengan Component Characteristics

Dalam subbab 4.4.2 berikut akan dilakukan penentuan hubungan antara *technical requirements* dengan *process requirements*. Penentuan hubungan dilakukan menggunakan matriks melalui proses *brainstorming*. Proses *brainstorming* dilakukan dengan melibatkan *expert* di bidang mekanik dan elektrik. Penilaian hubungan dilakukan dengan mengkategorikan ke dalam hubungan yang kuat, hubungan sedang, hubungan lemah, dan tidak ada hubungan. Masing-masing hubungan dalam QFD level 2 dilambangkan ke dalam simbol-simbol berikut.

- Hubungan kuat [●], digunakan untuk menilai hubungan yang berbanding lurus dan berdampak kuat pada peningkatan dan penurunan pada faktor terkait.

- Hubungan kuat [●], digunakan untuk menilai hubungan yang berbanding lurus namun berdampak sedang pada peningkatan dan penurunan pada faktor terkait.
- Hubungan kuat [▲], digunakan untuk menilai hubungan yang berbanding lurus namun berdampak lemah pada peningkatan dan penurunan pada faktor terkait.
- Hubungan kuat [], digunakan untuk menilai tidak adanya keterkaitan dan dampak pada peningkatan dan penurunan pada faktor terkait.

Berikut pada gambar 4.23 merupakan hasil penentuan hubungan antara *technical requirements* dengan atribut-atribut dari konsumen. Untuk lebih jelasnya, matrix hubungan dapat dilihat pada LAMPIRAN D.

			Process Requirements										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Keterangan Hubungan		Customer Importance	Cutting Bolt	Cutting Acrylic	Drilling Acrylic	Grinding Stainless Steel	Drilling Stainless Steel	Sanding Stainless Steel	Adding part	Joining Electric Tomato Squeezer	Joining Papan Penyalur	Joining Kerangka
	●	Kuat											
	◎	Sedang											
	▲	Lemah											
		Tidak Ada Hubungan											
Component Characteristics	A1	Electric Tomato Squeezer	0.307								●		
	A2	HexNuts A2 M12	0.05								●	▲	●
	A3	Bolt Set Screws M12 Cont Point	0.063	◎							●	◎	●
	A4	Papan penyalur	0.19		●	●						●	◎
	A5	Brushless Motor Submersible Water Pump Hot	0.164							●			
	A6	Selang Air	0.034							◎			
	A7	Kerangka Penghalusan Channel U Bar	0.19				●	●	▲				●

Gambar 4.23 Hubungan *Component Characteristics* dan *Process Requirements* Sistem Penghalusan

Gambar 4.23 merupakan penilaian hubungan anatara *component characteristics* dan *process requirements* pada sistem penghalusan. Pada sistem penghalusan, terdapat sepuluh jenis *process requirements*. Terdapat dua belas

hubungan kuat, empat hubungan sedang, dan dua hubungan lemah. Selanjutnya simbol-simbol yang sudah ditentukan pada matriks diubah menjadi nilai-nilai sesuai dengan ketentuan. Penilaian digunakan untuk menghitung peringkat kepentingan.

			Process Requirements										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Keterangan Hubungan		Customer Importance	Cutting Bolt	Cuting Plate Stainless Steel	Grinding Plate Stainless Steel	Grinding Stainless Steel	Drilling Stainless Steel	Sanding Stainless Steel	Adding part	Joining Pneumatic	Joining Plate Stainless Steel	Joining Kerangka
	●	Kuat											
	◎	Sedang											
	▲	Lemah											
		Tidak Ada Hubungan											
Component Characteristics	B1	Pneumatik udara silinder CDM2B25-50	0.233							●		◎	◎
	B2	Solenoid Valve AIRTAC	0.140								●		
	B3	Polyurethane Tube CHELIC Calibrated	0.047								●		
	B4	Pneumatic Push-in Fitting	0.017								●		
	B5	Compressor	0.158							▲	●		
	B6	Plat Stainless Steel	0.153		●	●						●	
	B7	Hex Nuts A2 M12	0.047								◎	◎	●
	B8	Bolt Set Screws M12 Cont Point	0.051	◎							◎	●	●
	B9	Kerangka Pencetakan Channel U Bar	0.153				●	▲	▲		▲		●

Gambar 4.24 Hubungan *Component Characteristics* dan *Process Requirements* Sistem Pencetakan

Gambar 4.24 merupakan penilaian hubungan antara *component characteristics* dan *process requirements* pada sistem pencetakan. Pada sistem pencetakan, terdapat sepuluh jenis *process requirements*. Terdapat tiga belas hubungan kuat, enam hubungan sedang, dan empat hubungan lemah. Selanjutnya simbol-simbol yang sudah ditentukan pada matriks diubah menjadi nilai-nilai sesuai dengan ketentuan. Penilaian digunakan untuk menghitung peringkat kepentingan.

				Process Requirements					
				1	2	3	4	5	
Keterangan Hubungan				Customer Importance	Cutting Bolt	Cutting Plate Stainless Steel	Adding Part	Joining Mini Heating Element	Joining Wadah Penampung
●	Kuat								
◎	Sedang								
▲	Lemah								
	Tidak Ada Hubungan								
Component Characteristics	C1	Heating Element Electric	0.391				●		
	C2	Micro Load Cell	0.210			●			
	C3	Bolt Set Screws A2 M8 x 50mm	0.083	◎			●	▲	
	C4	Hex Nuts A2 M8	0.068				◎	▲	
	C5	Wadah Penampung	0.249		●			●	

Gambar 4.25 Hubungan *Component Characteristics* dan *Process Requirements* Sistem Pendidihan

Gambar 4.25 merupakan penilaian hubungan antara *component characteristics* dan *process requirements* pada sistem pendidihan. Pada sistem pencetakan, terdapat lima jenis *process requirements*. Terdapat lima hubungan kuat, dua hubungan sedang, dan dua hubungan lemah. Selanjutnya simbol-simbol yang sudah ditentukan pada matriks diubah menjadi nilai-nilai sesuai dengan ketentuan. Penilaian digunakan untuk menghitung peringkat kepentingan.

			Process Requirements				
			1	2	3	4	
Keterangan Hubungan			Customer Importance	Merakit Koneksi MCB - Power Supply	Merakit Koneksi Microcontrolle - Relay	Membuat Koneksi Kontrol	Membuat Koneksi Integrasi
●	Kuat						
⦿	Sedang						
▲	Lemah						
	Tidak Ada Hubungan						
Component Characteristics	D1	Microcontroller ATMEGA32 – 16 PU	0.294		●	⦿	●
	D2	Relay Omron MK3P-I	0.105		●	●	●
	D3	Terminal Block	0.125				●
	D4	Kabel Eterna	0.035		●	●	●
	D5	Push Button	0.103			●	●
	D6	PCB	0.090	●			●
	D7	Power Supply	0.248	●	⦿		⦿

Gambar 4.26 Hubungan *Component Characteristics* dan *Process Requirements* Sistem Kontrol

Gambar 4.26 merupakan penilaian hubungan antara *component characteristics* dan *process requirements* pada sistem pencetakan. Pada sistem kontrol, terdapat empat jenis *process requirements*. Terdapat empat belas hubungan kuat, tiga hubungan sedang, dan tidak terdapat hubungan lemah. Selanjutnya simbol-simbol yang sudah ditentukan pada matriks diubah menjadi nilai-nilai sesuai dengan ketentuan. Penilaian digunakan untuk menghitung peringkat kepentingan.

4.4.3 Penilaian Peringkat Kepentingan Matriks QFD level 3

Pada subbab 4.4.3 berikut akan dilakukan pengolahan data untuk QFD level 3. Pengolahan data diawali dengan penilaian tingkat hubungan antara *technical requirements* dan *customer requirements*. Nilai dan bobot selanjutnya digunakan untuk menentukan *raw score*, *weight*, *%weight*, dan *importance rank*. Berikut merupakan hasil perhitungan nilai yang ditampilkan pada gambar 4.27.

			Process Requirements										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Keterangan Hubungan		Customer Importance	Cutting Bolt	Cutting Acrylic	Drilling Acrylic	Grinding Siamless Steel	Drilling Stainless Steel	Sanding Stainless Steel	Adding part	Joining Electric Tomato Squeezer	Joining Papan Penyalur	Joining Kerangka
	●	Kuat											
	◎	Sedang											
	▲	Lemah											
		Tidak Ada Hubungan											
Component Characteristics	A1	Electric Tomato Squeezer	0.307								9		
	A2	Hex Nuts A2 M12	0.050								9	1	9
	A3	Bolt Set Screws M12 Cont Point	0.063	3							9	3	9
	A4	Papan penyalur	0.190		9	9						9	3
	A5	Brushless Motor Submersible Water Pump Hot	0.164						9				
	A6	Selang Air	0.034						3				
	A7	Kerangka Penghalusan Channel U Bar	0.190				9	9	1				9
Raw Score			0.190	1.714	1.714	1.714	1.714	0.190	1.576	3.790	1.954	3.308	
Weight			0.011	0.096	0.096	0.096	0.096	0.011	0.088	0.212	0.109	0.185	
% Weight			1%	9.6%	9.6%	9.6%	9.6%	1.1%	8.8%	21.2%	10.9%	18.5%	
Importance Rank			10	4	4	4	4	9	8	1	3	2	

Gambar 4.27 Matriks Nilai Hubungan *Component Characteristics* dan *Process Requirements* Sistem Penghalusan

Dari hasil perhitungan tingkat kepentingan antara *Component Characteristics* dan *Process Requirements* sistem penghalusan, didapatkan bahwa proses *joining electric tomato squeezer* mendapat prioritas pertama. Hal ini dikarenakan proses ini melibatkan banyak komponen. Selain itu komponen *tomato*

squeezer merupakan komponen utama dalam fungsi penghalusan. Sehingga dalam proses *joining*, penempatan dan penambahan *part* menjadi hal yang krusial.

			Process Requirements											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Keterangan Hubungan			Customer Importance	Cutting Bolt	Cuting Plate Stainless Steel	Drilling Plate Stainless Steel	Grinding Stainless Steel	Drilling Stainless Steel	Sanding Stainless Steel	Adding part	Joining Pneumatic	Joining Plate Stainless Steel	Joining Wadah Penampungan	Joining Kerangka
●	Kuat													
◎	Sedang													
▲	Lemah													
	Tidak Ada Hubungan													
Component Characteristics	B1	Pneumatik udara silinder CDM2B25-50	0.190								9	3		3
	B2	Solenoid Valve AIRTAC	0.116							3				
	B3	Polyurethane Tube CHELIC Calibrated	0.037							3				
	B4	Pneumatic Push-in Fitting	0.015							3				
	B5	Compressor	0.149							9				
	B6	Plat Stainless Steel	0.137		9	9						9		
	B7	HexNuts A2 M12	0.037								3	3		9
	B8	Bolt Set Screws M12 Cont Point	0.046	3							9	9		9
	B9	Kerangka Pencetakan Channel U Bar	0.137				9	1	1		1			9
	B10	Wadah Penyaringan	0.137		9	9							9	
	Raw Score		0.137	2.462	2.462	1.231	0.137	0.137	1.846	2.368	2.322	1.231	2.546	
	Weight		0.008	0.146	0.146	0.073	0.008	0.008	0.109	0.140	0.138	0.073	0.151	
	% Weight		1%	14.6%	14.6%	7.3%	0.8%	0.8%	10.9%	14.0%	13.8%	7.3%	15.1%	
	Importance Rank		11	2	4	7	9	9	6	3	4	7	1	

Gambar 4.28 Matriks Nilai Hubungan *Component Characteristics* dan *Process Requirements* Sistem Pencetakan

Dari hasil perhitungan tingkat kepentingan antara *Component Characteristics* dan *Process Requirements* sistem pencetakan, didapatkan bahwa proses *joining pneumatic* mendapat prioritas pertama. Hal ini dikarenakan proses ini melibatkan banyak komponen. Selain itu komponen *pneumatic* merupakan komponen utama dalam fungsi pencetakan. Sehingga dalam proses *joining*, penempatan, sudut kemiringan, dan penambahan *part* menjadi hal yang penting.

			Process Requirements				
			1	2	3	4	5
Component Characteristics	Keterangan Hubungan		Cutting Bolt	Cutting Plate Stainless Steel	Adding Part	Joining Mini Heating Element	Joining Wadah Penampung
	●	Kuat					
	⦿	Sedang					
	▲	Lemah					
		Tidak Ada Hubungan					
	C1	Heating Element Electric	0.391			9	
	C2	Micro Load Cell	0.210		9		
	C3	Bolt Set Screws A2 M8 x 50mm	0.083	3		3	1
	C4	Hex Nuts A2 M8	0.068			1	1
	C5	Wadah Penampung	0.249	9			9
Raw Score			0.249	2.237	1.890	3.835	2.388
Weight			0.023	0.211	0.178	0.362	0.225
% Weight			2%	21.1%	17.8%	36.2%	22.5%
Importance Rank			5	3	4	1	2

Gambar 4.29 Matriks Nilai Hubungan *Component Characteristics* dan *Process Requirements* Sistem Pendidihan

Dari hasil perhitungan tingkat kepentingan antara *Component Characteristics* dan *Process Requirements* sistem pendidihan, didapatkan bahwa proses *joining Heating Element* mendapat prioritas pertama. Hal ini dikarenakan proses ini melibatkan banyak komponen, yaitu *heating element*, *bolt*, dan *nuts*. Selain itu komponen *heating element* merupakan komponen utama dalam fungsi

pendidihan. Sehingga dalam proses *joining*, penempatan dan penambahan *part* menjadi hal yang krusial.

			Process Requirements				
			1	2	3	4	
Keterangan Hubungan		Customer Importance	Merakit Koneksi PCB - Power Supply	Merakit Koneksi Microcontroller Relay	Membuat Koneksi Kontrol	Membuat Koneksi Integrasi	
●	Kuat						
⦿	Sedang						
▲	Lemah						
	Tidak Ada Hubungan						
Component Characteristics	D1	Microcontroller ATMEGA32 – 16 PU	0.294		9	3	9
	D2	Relay Omron MK3P-I	0.105		9	9	9
	D3	Terminal Block	0.125				9
	D4	Kabel Eterna	0.035		9	9	9
	D5	Push Button	0.103			9	9
	D6	PCB	0.090	9			9
	D7	Power Supply	0.248	9	3		3
Raw Score			3.040	4.651	3.073	7.513	
Weight			0.166	0.254	0.168	0.411	
% Weight			17%	25.4%	16.8%	41.1%	
Importance Rank			3	2	4	1	

Gambar 4.30 Matriks Nilai Hubungan *Component Characteristics* dan *Process Requirements* Sistem Kontrol

Dari hasil perhitungan tingkat kepentingan antara *Component Characteristics* dan *Process Requirements* sistem kontrol, didapatkan bahwa proses pembuatan koneksi integrasi mendapat prioritas pertama. Hal ini dikarenakan proses ini berhubungan kuat banyak komponen elektrik. Hampir seluruh komponen berhubungan kuat dengan proses pembuatan koneksi integrasi.

4.4.4 Pengembangan *Process Requirements*

Pada subbab 4.4.4 berikut akan dijelaskan tentang pengembangan *process requirements* hasil pengolahan data pada QFD level 3. Selanjutnya, *process requirements* akan dijabarkan secara mendetail beserta dengan *parameter value*. Berikut merupakan hasil pengembangan *process requirements* dari Alat Pengolahan Multi-Komoditas.

Tabel 4.22 Pengembangan *Process Requirements* Sistem Penghalusan

No	Part Characteristics	Buat/Beli	Process Requirements	Process Parameter Value
A1	Electric Tomato Squeezer	Beli	Joining Electric Tomato Squeezer	diameter bore bolt 12 mm; toleransi max ± 1 mm; rata-rata thickness 5mm
A2	Hex Nuts A2 M12	Beli	Joining Electric Tomato Squeezer	Rata-rata diameter bore bolt 12 mm; toleransi max ± 1 mm
			Joining Papan Penyalur	Rata-rata diameter bore bolt 12 mm; toleransi max ± 0.05 mm;
			Joining Kerangka	Rata-rata diameter bore bolt 12 mm; rata-rata thickness 5mm; toleransi max ± 0.1 mm
A3	Bolt Set Screws M12 Cont Point	Beli	Cutting Bolt	Rata-rata P 40 mm; toleransi max ± 1 mm;
			Joining Papan Penyalur	Rata-rata diameter bore bolt 12 mm; toleransi max ± 0.05 mm;
			Joining Kerangka	Rata-rata diameter bore bolt 12 mm; toleransi max ± 1 mm;
A4	Papan penyalur	Beli dan Buat	Cutting Acrylic	toleransi max ± 1 mm; P = 40 cm; L = 70 cm

No	Part Characteristics	Buat/Beli	Process Requirements	Process Parameter Value
			Drilling Acrylic	Diameter bore bolt 8 mm; toleransi ± 1 mm
			Joining Papan Penyalur	Diameter bore bolt 8 mm; rata-rata thickness 6 mm toleransi ± 0.5 mm
			Joining Kerangka	Diameter bore bolt 8 mm; toleransi ± 1 mm;
A5	Brushless Motor Submersible Water Pump Hot	Beli	Adding part	-
A6	Selang Air	Beli	Adding part	-
A7	Kerangka Penghalusan Channel U Bar	Beli dan Buat	Grinding Stainless Steel	toleransi max ± 1 mm
			Drilling Stainless Steel	Rata-rata diameter bore bolt 12 mm; toleransi max ± 1 mm
			Sanding Stainless Steel	Rata-Rata thickness 3mm; toleransi max $\pm 0,5$ mm
			Joining Kerangka	Diameter bore bolt 8 mm; toleransi ± 1 mm;

Tabel 4.23 Pengembangan *Process Requirements* Sistem Pencetakan

No	Part Characteristics	Buat/Beli	Process Requirements	Process Parameter Value
B1	Pneumatik udara silinder CDM2B25-50	Beli	Joining Pneumatic	Diameter bore bolt 12 mm; toleransi ± 1 mm; angle 90°; cylinder height 50 mm
			Joining Plate Stainless Steel	Diameter bore bolt 10 mm; toleransi ± 1 mm;
			Joining Kerangka	Diameter bore bolt 12 mm; toleransi ± 1 mm;
B2	Solenoid Valve AIRTAC	Beli	Adding part	-
B3	Polyurethane Tube CHELIC Calibrated	Beli	Adding part	-
B4	Pneumatic Push-in Fitting	Beli	Adding part	-
B5	Compressor	Beli	Adding part	-

No	Part Characteristics	Buat/Beli	Process Requirements	Process Parameter Value
B6	Plate Stainless Steel	Beli dan Buat	Grinding Plate Stainless Steel	Panjang 50 cm; Lebar 50 cm; toleransi max ± 1 mm
			Drilling Plate Stainless Steel	Rata-rata diameter bore bolt 10 mm; toleransi max ± 1 mm
			Joining Plate Stainless Steel	Rata-rata diameter bore bolt 10 mm; toleransi max ± 1 mm
B7	Hex Nuts A2 M12	Beli	Joining Pneumatic	Rata-rata diameter bore bolt 12 mm; toleransi max ± 1 mm
			Joining Plate Stainless Steel	Rata-rata diameter bore bolt 10 mm; toleransi max ± 1 mm
			Joining Kerangka	Rata-rata diameter bore bolt 12 mm; rata-rata thickness 5mm; toleransi max ± 0.1 mm
B8	Bolt Set Screws M12 Cont Point	Beli	Cutting Bolt	Rata-rata P 40 mm; toleransi max ± 1 mm;
			Joining Pneumatic	Diameter bore bolt 12 mm; toleransi ± 1 mm;
			Joining Plate Stainless Steel	Diameter bore bolt 8 mm; toleransi ± 0.5 mm;
			Joining Kerangka	Diameter bore bolt 12 mm; toleransi ± 1 mm;
B9	Kerangka Pencetakan Channel U Bar	Beli dan Buat	Grinding Stainless Steel	toleransi max ± 1 mm
			Drilling Stainless Steel	Rata-rata diameter bore bolt 12 mm; toleransi max ± 1 mm
			Sanding Stainless Steel	Rata-Rata thickness 3mm; toleransi max $\pm 0,5$ mm
			Joining Pneumatic	Rata-rata diameter bore bolt 12 mm; toleransi max ± 1 mm; angle 90 ^o cylinder height 50 mm
			Joining Kerangka	Diameter bore bolt 8 mm; toleransi ± 1 mm;
B10	Wadah Penyaringan	Beli dan Buat	Grinding Plate Stainless Steel	Panjang 40 cm; Lebar 40 cm; toleransi max ± 1 mm
			Drilling Plate Stainless Steel	Rata-rata diameter bore bolt 10 mm; toleransi max ± 1 mm
			Joining Wadah Penyaringan	Rata-rata diameter bore bolt 10 mm; toleransi max ± 1 mm

Tabel 4.24 Pengembangan *Process Requirements* Sistem Pendidihan

No	Part Characteristics	Buat/Beli	Process Requirements	Process Parameter Value
C1	Heating Element Electric	Beli	Joining Heating Element	rata-rata diameter bore bolt 8 mm; toleransi max \pm 1mm
C2	Micro Load Cell	Beli	Adding Part	-
C3	Bolt Set Screws A2 M8 x 50mm	Beli	Cutting Bolt	Rata-rata P 40 mm; toleransi max \pm 1mm;
			Joining Heating Element	rata-rata diameter bore bolt 8 mm; toleransi max \pm 1mm
			Joining Wadah Penampung	rata-rata diameter bore bolt 8 mm; toleransi max \pm 1mm
C4	Hex Nuts A2 M8	Beli	Joining Heating Element	rata-rata diameter bore bolt 8 mm; toleransi max \pm 1mm
			Joining Wadah Penampung	rata-rata diameter bore bolt 8 mm; toleransi max \pm 1mm
C5	Wadah Penampung	Beli dan Buat	Cutting Plate Stainless Steel	Panjang 40 cm; Lebar 40 cm; toleransi max \pm 1 mm
			Joining Wadah Penampung	rata-rata diameter bore bolt 8 mm; toleransi max \pm 1mm

Tabel 4.25 Pengembangan *Process Requirements* Sistem Kontrol

No	Part Characteristics	Buat/Beli	Process Requirements	Process Parameter Value
D1	Microcontroller ATMEGA32 – 16 PU	Beli	Merakit Koneksi Microcontroller - Relay	Voltase Atmega 5.5 Volt; Arus Listrik 0.3 A
			Membuat Koneksi Kontrol	
			Membuat Koneksi Integrasi	
D2	Relay Omron MK3P-I	Beli	Merakit Koneksi Microcontroller - Relay	Voltase relay max 12V; Arus Listrik 10 A
			Membuat Koneksi Kontrol	
			Membuat Koneksi Integrasi	
D3	Terminal Block	Beli	Membuat Koneksi Integrasi	Voltase max relay DC 125 V; Arus listrik 0.3 A; Arus listrik maksimum relay DC 10A
D4	Kabel Eterna	Beli	Merakit Koneksi Microcontroller - Relay	Voltase power supply 24V; Arus listrik max relay DC 10A; Voltase max relay DC 125V
			Membuat Koneksi Kontrol	
			Membuat Koneksi Integrasi	
D5	Push Button	Beli	Membuat Koneksi Kontrol	Voltase AC 250 Volt; Arus Listrik 5 A
			Membuat Koneksi Integrasi	
D6	PCB	Beli	Merakit Koneksi MCB - Power Supply	Grid 54 mm
			Membuat Koneksi Integrasi	
D7	Power Supply	Beli	Merakit Koneksi MCB - Power Supply	Voltage power supply 12 Volt; Arus listrik 700 mA
			Merakit Koneksi Microcontroller - Relay	
			Membuat Koneksi Integrasi	

4.5 Automation Acceptance Model (AAM)

AAM merupakan suatu model yang digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penerimaan teknologi otomasi oleh konsumen. Fungsi penggunaan model AAM adalah untuk mengevaluasi desain pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas hasil penterjemahan QFD agar alat dapat lebih diterima oleh konsumen. Metode yang digunakan untuk merumuskan model AAM adalah melalui kuesioner. Hal ini dikarenakan responden belum pernah melihat dan mengoperasikan *prototype* secara langsung. Responden dari penentuan model AAM Alat Pengolahan Multi-Komoditas berjumlah 10 orang pelaku usah pengolahan nanas, mengkudu, atau jahe merah. Berikut pada tabel 4.22 merupakan variabel-variabel yang digunakan dalam model AAM.

Tabel 4.26 Keterangan Variabel Berpengaruh Dalam Model AAM

Variable Model AAM	Kode	Keterangan
Compatibility	C	Kesesuaian atribut alat otomasi dengan kebutuhan customer
Trust	T	Kepercayaan customer terhadap kehadiran dan penggunaan alat otomasi
Perceived Usefulness	PU	Presepsi customer terhadap manfaat dari alat otomasi
Perceived Ease of Use	PEOU	Presepsi customer terhadap kemudahan penggunaan alat otomasi
Attitude toward Using	AU	Sikap customer dalam menggunakan alat
Behavioral Intention to Use	BITU	Kecenderungan dari minat dan keinginan customer dari penggunaan alat
Actual System Use	AS	Penggunaan alat sebenarnya di lapangan oleh customer

Penentuan model AAM menggunakan perhitungan yang berdasarkan pada penilaian responden terhadap hubungan antara variabel-variabel pembentuk AAM. Responden diharuskan untuk memberikan penilaian untuk lima kategori. Kategori tersebut adalah sangat tidak setuju bernilai -2, tidak setuju bernilai -1, ragu-ragu bernilai 0, setuju bernilai +1, dan sangat setuju bernilai +2.

Berikut merupakan contoh perhitungan *total score* untuk hubungan variabel bebas A dan variabel terikat B.

$$Total\ Score = Nsts. (-2) + Nts. (-1) + Nrr. (0) + Ns. (1) + Nss. (2)$$

Nilai masing-masing respon untuk variabel bebas *compatibility* dan variabel terikat *trust* adalah sebagai berikut.

Nsts = 0 respon Ns = 5 respon
 Nts = 1 respon Nss = 2 respon
 Nrr = 2 respon

Maka perhitungan dan hasil *total score* yang didapatkan adalah sebagai berikut.

$$TS_{C.T} = 0.(-2) + 1.(-1) + 2.(0) + 5.(1) + 2.(2)$$

$$TS_{C.T} = 8$$

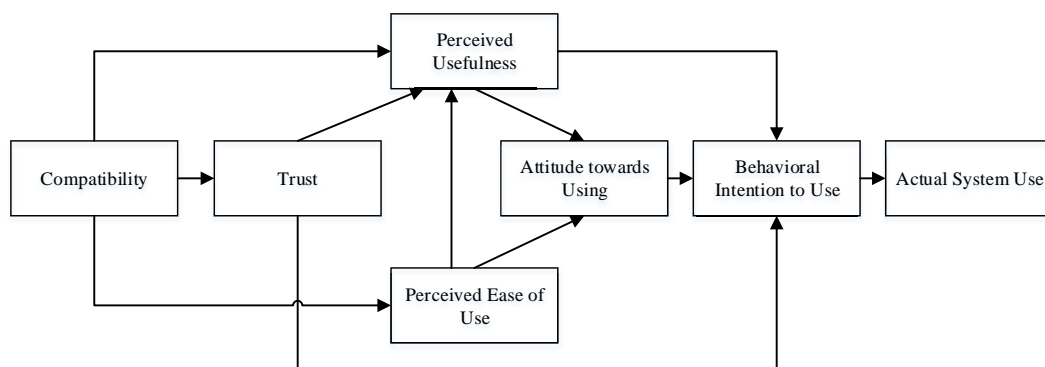
Hubungan suatu variabel akan diterima dan dianggap memberi pengaruh apabila *total score* bernilai lebih dari 0 (nol). Apabila *total score* bernilai kurang lebih sama dengan 0 (nol) maka hubungan suatu variabel dapat diabaikan atau dapat dikatakan tidak memiliki hubungan sama sekali. Berikut pada tabel 4.23 merupakan hasil rekap kuesioner mengenai hubungan antar variabel dalam AAM.

Tabel 4.27 Rekap Kuesioner dan Hasil Perhitungan *Total Score*

No	Variabel		Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Ragu-Ragu	Setuju	Sangat Setuju	TOTAL SCORE
	Bebas	Terikat						
1	C	T	0	1	2	5	2	8
2		PU	0	0	2	4	4	12
3		PEOU	0	0	1	5	4	13
4		AU	1	2	4	2	1	0
5		BITU	2	5	2	1	0	-8
6		AS	1	1	6	2	0	-1
7	T	C	1	3	3	2	1	-1
8		PU	0	3	2	4	1	3
9		PEOU	2	2	2	2	2	0

No	Variabel		Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Ragu-Ragu	Setuju	Sangat Setuju	TOTAL SCORE
	Bebas	Terikat						
10		AU	2	3	3	1	1	-4
11		BITU	1	1	2	4	2	5
12		AS	3	2	4	1	0	-7
13	PU	PEOU	4	3	3	0	0	-11
14		AU	0	0	0	5	5	15
15		BITU	0	0	0	2	8	18
16		AS	0	1	3	4	2	7
17	PEOU	PU	0	0	1	5	4	13
18		AU	0	1	6	3	0	2
19		BITU	1	6	2	1	0	-7
20		AS	3	4	2	1	0	-9
21	AU	BITU	0	0	0	4	6	16
22		AS	0	1	2	5	2	8
23	BITU	AS	0	0	2	5	3	11

Dari hasil perhitungan *total score* pada tabel 4.23, *total score* yang bernilai kurang dari sama dengan 0 (nol) ditandai dengan warna merah. Maka dari itu, hubungan antara variabel yang bertanda merah dapat diabaikan atau tidak memiliki hubungan. Dari hasil perhitungan tersebut maka berikut pada gambar 4.31 ditampilkan hasil perumusan model AAM untuk Alat Pengolahan Multi-Komoditas di kecamatan Ngancar.



Gambar 4.31 Model AAM Alat Pengolahan Multi-Komoditas Kecamatan Ngancar, Kediri

Model AAM baru merupakan hasil dari identifikasi variabel-variabel eksternal yang mempengaruhi penerimaan Alat Pengolahan Multi-Komoditas di Kecamatan Ngancar, Kediri. *Compatibility* atau kesesuaian akan mempengaruhi variabel *Trust* atau kepercayaan, variabel *Perceived of Usefulness* atau persepsi manfaat alat, dan variabel *Perceived Ease of Use* atau persepsi kemudahan penggunaan. Variabel *Trust* selanjutnya akan mempengaruhi variabel *Perceived of Usefulness* dan variabel *Behavioral Intention of Use* atau minat konsumen. Variabel *Perceived Ease of Use* akan mempengaruhi *Attitude towards Using* atau sikap dalam menggunakan dan *Perceived of Usefulness*. Variabel *Perceived of Usefulness* selanjutnya akan mempengaruhi variabel *Attitude towards Using* dan variabel *Behavioral Intention of Use*. Variabel *Attitude towards Using* mempengaruhi variabel *Behavioral Intention of Use*. Dan akhirnya variabel *Behavioral Intention of Use* mempengaruhi variabel *Actual System Use* atau penggunaan alat.

4.6 Desain Pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas

Pada subbab 4.6 berikut akan dijelaskan mengenai desain baru Alat Pengolahan Multi-Komoditas untuk area pertanian dan perkebunan kecamatan Ngancar Kediri. Desain baru dirancang berdasarkan hasil pengolahan data QFD dan model AAM yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Dari proses pengolahan data melalui QFD, didapatkan konsep ide yang digunakan untuk memenuhi respon teknis dan *voice of customer*. Berikut pada tabel 4.24 merupakan konsep ide Alat Pengolahan Multi-Komoditas berdasarkan hasil QFD.

Tabel 4.28 Konsep Ide Hasil Penjabaran Metode QFD

No	Sistem	Technical Requirements	Detail	Konsep Ide
1	Penghalusan	Kecepatan Proses Penghalusan	Waktu penghalusan	136 Kg/jam
2			Kecepatan aliran pompa	580L/h
3			RPM motor	160 rpm
4		Beban Komponen Sistem Penghalusan	Beban max	65 Kg
5			Material Komponen	<i>Stainless steel</i>

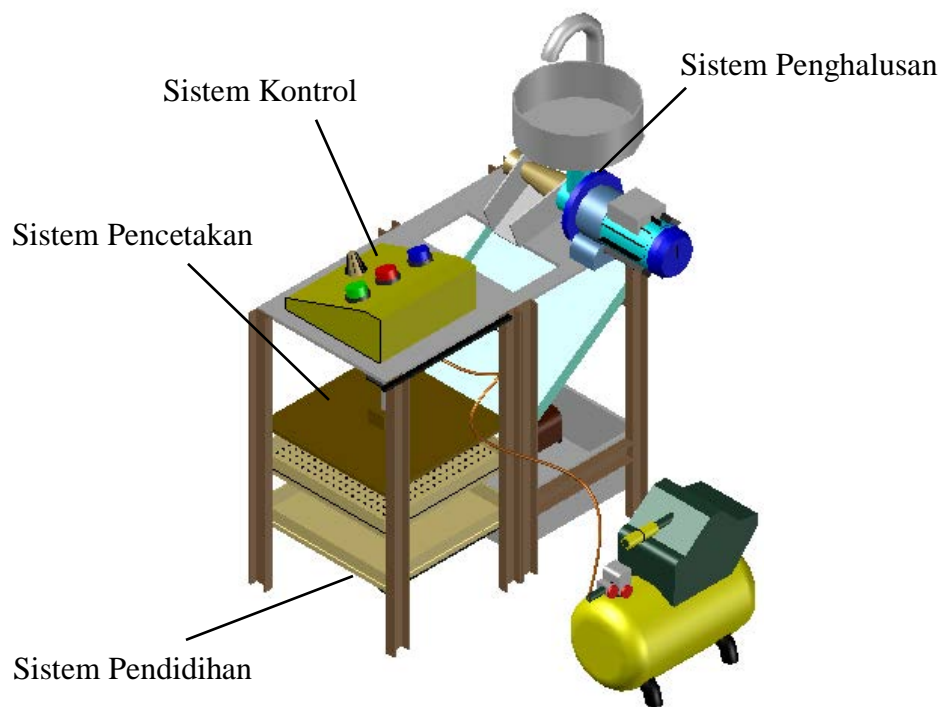
No	Sistem	Technical Requirements	Detail	Konsep Ide
6		Struktur Sistem Penghalusan	Dimensi alat penghalusan (p x l x t)	400 x 460 x 750 mm
7			Material Rangka	<i>Stainless steel</i>
8	Pencetakan	Kecepatan Proses Pencetakan	Waktu pencetakan	1 menit
9			Tekanan pencetakan	8 bar
10			Voltase	220 V
11		Beban Komponen Sistem Pencetakan	Beban max	30 Kg
12			Material Komponen	<i>Stainless steel</i>
13		Struktur Sistem Pencetakan	Dimensi alat pencetakan	400 x 460 x 750 mm
14			Material Rangka	<i>Stainless steel</i>
15	Pendidihan	Waktu Proses Pendidihan	Waktu Pendidihan	2 menit
16			Temperatur	0-200°C
17			Voltase	12V
18		Beban Komponen Sistem Pendidihan	Beban max	30 Kg
19			Material Komponen	Aluminium
20			Sensor berat	10Kg
21		Struktur Alat Pendidihan	Dimensi alat pendidihan	<i>Stainless steel</i>
22	Kontrol	Pengatur Tegangan Listrik	Output power	300 - 400 W
23			Output voltage	12V
24			Arus listrik	10 - 30A
25		Pengatur Kuat Arus Listrik	Voltase max	250V
26			Arus max	700 mA
27		Pengatur Integrasi Fungsi	Voltase (ac)	300V
28			Arus listrik	10A

Dari perancangan model AAM, didapatkan beberapa aspek yang perlu dipenuhi dan harus disertakan pada desain pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas agar dapat diterima oleh konsumen. Berdasarkan model AAM, aspek atau variabel yang perlu dicapai oleh perancang atau produsen alat pengolahan adalah *Compatibility*, *Trust*, *Perceived Ease of Use*, dan *Perceived of Usefulness*. Kedua variabel inisial ini akan mempengaruhi variabel lain yang merupakan variabel dari konsumen. Berikut pada tabel 4.25 adalah konsep ide Alat Pengolahan Multi-Komoditas berdasarkan variabel produsen.

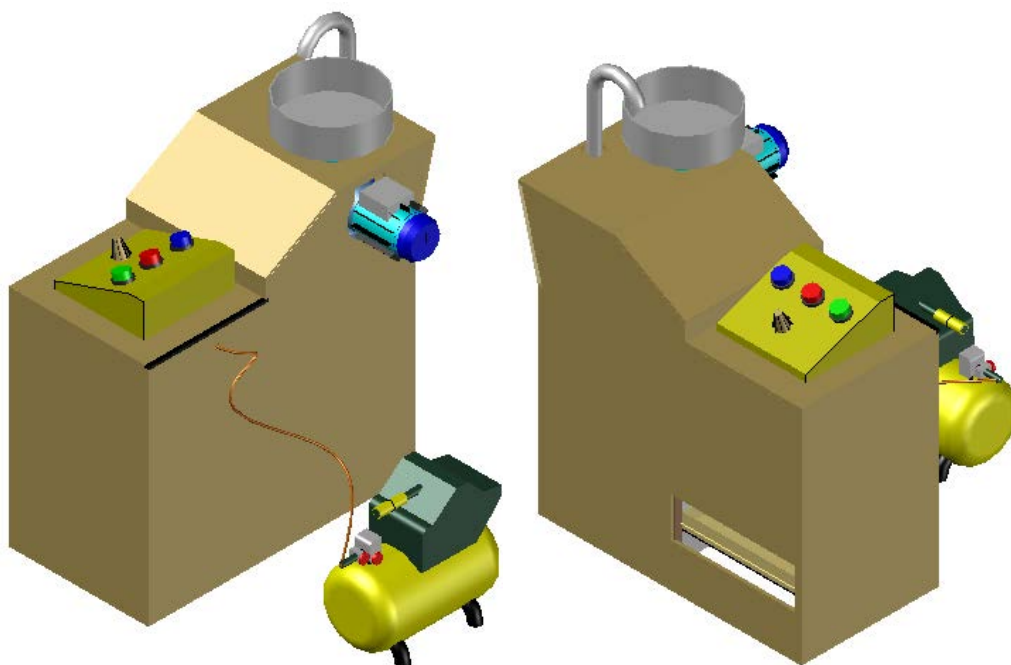
Tabel 4.29 Konsep Ide Hasil Penjabaran Variabel Produsen Pada Model AAM

No	Variabel	Konsep Ide
1	<i>Compatibility</i> (Kesesuaian atribut)	Material terbuat dari <i>stainless steel</i>
2		Alat bekerja secara semi-otomatis
3		Dimensi alat berukuran kecil PxLxT (1m x 0,5m x 1m)
4		Kisaran harga adalah 6-10 juta rupiah
5		Alat dapat digunakan untuk multi-komoditas (khususnya Nanas, Jahe Merah, dan Mengkudu)
6	<i>Trust</i> (kepercayaan)	Komponen elektrik terlindungi dan tercover oleh <i>acrylic</i>
7		Komponen mekanik pada terlindungi dari anggota tubuh operator
8		Umur ekonomis alat lebih dari 4 tahun
9		Alat pengolahan mudah untuk direparasi dan dipelihara, <i>Spare part</i> tersedia di pasaran
10	<i>Perceived Ease of Use</i> (persepsi kemudahan penggunaan)	Terdapat tombol kontrol
11		Terdapat pengatur panas pendidihan
12		Hanya menggunakan satu saluran daya untuk seluruh sistem
13	<i>Perceived of Usefulness</i> (persepsi keuntungan)	Alat berfungsi untuk mengolah jenis komoditas tertentu secara fleksibel sesuai kebutuhan konsumen
14		Alat memiliki kapasitas 10 Kg dalam sekali proses pengolahan
15		Alat hanya membutuhkan satu operator

Berdasarkan pertimbangan konsep ide hasil penjabaran dari QFD dan model AAM maka desain dibuat seperti pada gambar 4.32 berikut.



Gambar 4.32 Desain Baru Hasil Pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas



Gambar 4.33 Desain Baru Hasil Pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas Dengan Cover Pelindung

4.7 *Cost Benefit Analysis*

Pada subbab 4.7 ini akan dilakukan perhitungan kelayakan finansial dari penggunaan Alat Pengolahan Multi-Komoditas hasil pengembangan. Perhitungan kelayakan finansial menggunakan *cost benefit analysis* (CBA). CBA merupakan pendekatan sistematis untuk membandingkan nilai manfaat dari suatu program dan alternatif terhadap biaya-biaya yang dikeluarkan (Cellini, 2010). Dengan melalui pendekatan ini maka konsumen dapat memperoleh gambaran dalam mempertimbangkan kelayakan penggunaan Alat Pengolahan Multi-Komoditas selama umur ekonomis.

Pendekatan CBA pada uji kelayakan finansial akan menggunakan metode *Net Present Value* (NPV). Alasan penggunaan metode NPV adalah karena metode ini dapat memberikan informasi secara detail tentang keuntungan dalam kurun waktu tertentu sekaligus waktu pengembalian modal (*payback period*). Pada penelitian ini, NPV dapat digunakan untuk membandingkan keuntungan antara dua jenis alternatif konsumen. Dua alternatif yang dibandingkan adalah *Challenger* dan *Defender*. *Challenger* merupakan istilah untuk alternatif yang diusulkan untuk mengganti alternatif lama, atau dalam penelitian ini adalah aktivitas pengolahan dengan menggunakan pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas yang bekerja dengan konsep otomasi. Sedangkan *Defender* merupakan istilah untuk alternatif yang dipertimbangkan untuk diubah, atau dalam penelitian ini adalah aktivitas pengolahan secara konvensional-manual.

Pendekatan CBA akan menggunakan beberapa asumsi. Periode yang digunakan pada penelitian ini dibatasi selama 5 tahun. Suku bunga dan *growth rate* yang digunakan diasumsikan sebesar 4% dan tidak berubah selama kurun waktu perhitungan. Pertumbuhan nilai depresiasi dan kenaikan biaya tenaga kerja diasumsikan 10% per tahun. Jam kerja per hari adalah 8 jam per hari. Hari kerja per tahun adalah 240 hari.

Sebelum menghitung NPV, maka terlebih dahulu dihitung seluruh biaya yang diperlukan untuk menjalankan alternatif. Biaya-biaya tersebut adalah biaya investasi, biaya pemeliharaan, biaya tenaga kerja, dan biaya operasional. Perhitungan *cost benefit* antara *defender* dan *challenger* harus dilakukan melalui perbandingan setara (*apple to apple*). Dalam hal ini perhitungan dilakukan dengan

kapasitas produksi yang sama yaitu 10 kg bahan baku per jam. Kapasitas ini merupakan kapasitas maksimal untuk *defender*.

Untuk *Challenger*, biaya investasi yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp 10.305.106 dan nilai akan terdepresiasi sebesar 10% per tahun. Sedangkan untuk biaya pemeliharaan per tahun adalah sebesar Rp 1.220.803, biaya operasional per tahun adalah sebesar Rp 11.470.694, dan biaya tenaga kerja per tahun adalah sebesar Rp 28.800.000. Perhitungan dapat dilihat di LAMPIRAN E-1. Berikut pada tabel 4.26 merupakan *out flow* dari biaya per tahun *Challenger*. Pada perhitungan biaya operasional *challenger*, biaya-biaya dihitung menggunakan konsep penjadwalan produksi yang seri. Hal ini dikarenakan alat hanya dapat mengerjakan satu jenis komoditas saja dalam satu waktu produksi. Dengan konsep penjadwalan ini maka dalam satu hari produksi hanya dibutuhkan satu operator saja.

Tabel 4.30 Total Pengeluaran per Tahun *Challenger*

Akhir Tahun ke-	Biaya Tenaga Kerja (per tahun)	Biaya Operasional (per tahun)	Biaya Perawatan (per tahun)	Total Pengeluaran (per tahun)
0	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -
1	Rp 28.800.000	Rp 11.470.694	Rp 1.220.803	Rp 41.491.497
2	Rp 31.680.000	Rp 12.617.764	Rp 1.342.883	Rp 45.640.647
3	Rp 34.848.000	Rp 13.879.540	Rp 1.477.171	Rp 50.204.711
4	Rp 38.332.800	Rp 15.267.494	Rp 1.624.888	Rp 55.225.183
5	Rp 42.166.080	Rp 16.794.244	Rp 1.787.377	Rp 60.747.701

Karena *Defender* terbagi dalam tiga tugas yaitu pengolahan nanas, pengolahan mengkudu, dan pengolahan jahe merah, maka seluruh biaya merupakan akumulasi untuk tiga aktivitas pengolahan tersebut. Biaya investasi yang harus dikeluarkan adalah hanya sebesar Rp 4.111.500 dan nilai akan terdepresiasi sebesar 10% per tahun. Besaran nilai untuk biaya pemeliharaan per tahun adalah sebesar Rp 286.500, biaya operasional per tahun adalah sebesar Rp 8.749.400, dan total biaya tenaga kerja per tahun untuk tiga orang pekerja adalah sebesar Rp 86.400.000. Perhitungan dapat dilihat pada LAMPIRAN E-2. Berikut pada tabel 4.27 merupakan *out flow* dari biaya per tahun *Defender*. Pada perhitungan biaya operasional *defender*, biaya-biaya dihitung menggunakan konsep penjadwalan

produksi yang paralel. Hal ini dikarenakan proses dapat mengerjakan tiga jenis komoditas (nanas, jahe merah, dan mengkudu) sekaligus dalam satu waktu produksi. Dengan konsep penjadwalan ini maka dalam satu hari produksi dibutuhkan tiga operator untuk mengerjakan masing-masing jenis komoditas.

Tabel 4.31 Total Pengeluaran per Tahun *Defender*

Akhir Tahun ke-	Biaya Tenaga Kerja (per tahun)		Biaya Operasional (per tahun)		Biaya Perawatan (per tahun)		Total Pengeluaran (per tahun)	
0	Rp	-	Rp	-	Rp	-	Rp	-
1	Rp	86.400.000	Rp	8.749.440	Rp	286.500	Rp	95.435.940,00
2	Rp	95.040.000	Rp	9.624.384	Rp	315.150	Rp	104.979.534,00
3	Rp	104.544.000	Rp	10.586.822	Rp	346.665	Rp	115.477.487,40
4	Rp	114.998.400	Rp	11.645.505	Rp	381.332	Rp	127.025.236,14
5	Rp	126.498.240	Rp	12.810.055	Rp	419.465	Rp	139.727.759,75

Setelah melakukan perhitungan total biaya, maka selanjutnya adalah menghitung selisih antara pengeluaran *Challenger* dan pengeluaran *Defender*. Perhitungan selisih pengeluaran bertujuan untuk menghitung penghematan yang terjadi antara kedua alternatif. Nantinya penghematan akan digunakan sebagai pendapatan atau *inflow* dalam perhitungan NPV. Berikut tabel 4.28 merupakan perhitungan penghematan penggunaan alat.

Tabel 4.32 Pendapatan Dari Penghematan Penggunaan Alat Pengolahan Multi-Komoditas

Akhir Tahun ke-	Pengeluaran Challenger (per tahun)		Pengeluaran Defender (per tahun)		Penghematan	
0	Rp	-	Rp	-	Rp	-
1	Rp	33.844.367	Rp	95.435.940	Rp	61.591.573
2	Rp	37.228.804	Rp	104.979.534	Rp	67.750.730
3	Rp	40.951.685	Rp	115.477.487	Rp	74.525.803
4	Rp	45.046.853	Rp	127.025.236	Rp	81.978.383
5	Rp	49.551.538	Rp	139.727.760	Rp	90.176.221

Setelah penghematan dihitung, maka selanjutnya adalah menghitung NPV dari *Challenger* dan *Defender*. Pada perhitungan NPV, yang digunakan sebagai

inflow adalah biaya penghematan (A) dan nilai sisa investasi (B). Sehingga didapatkan *Net Cash Flow* dari penjumlahan penghematan dan nilai sisa. Yang digunakan sebagai *outflow* adalah nilai investasi yang dikeluarkan pada tahun ke-0. Berikut merupakan tabel *cash flow* dan perhitungan NPV menggunakan Ms. Excel yang disajikan pada tabel 4.29 dan tabe 4.30.

Tabel 4.33 *Net Present Value* untuk *Challenger*

Akhir Tahun ke-	Investasi Awal	Penghematan (A)	Nilai Sisa (B)	Net Cash Flow (A+B)	NPV
0	Rp (10.305.106)	Rp -	Rp -	Rp -	Rp356.098.586
1		Rp 61.591.573	Rp 9.274.595	Rp 70.866.168	
2		Rp 67.750.730	Rp 8.347.136	Rp 76.097.866	
3		Rp 74.525.803	Rp 7.512.422	Rp 82.038.225	
4		Rp 81.978.383	Rp 6.761.180	Rp 88.739.563	
5		Rp 90.176.221	Rp 6.085.062	Rp 96.261.283	

Tabel 4.34 *Net Present Value* untuk *Defender*

Akhir Tahun ke-	Investasi Awal	Penghematan (A)	Nilai Sisa (B)	Net Cash Flow (A+B)	NPV
0	Rp (4.111.500)	Rp -	Rp -	Rp -	Rp9.491.522
1		Rp -	Rp 3.700.350	Rp 3.700.350	
2		Rp -	Rp 3.330.315	Rp 3.330.315	
3		Rp -	Rp 2.997.284	Rp 2.997.284	
4		Rp -	Rp 2.697.555	Rp 2.697.555	
5		Rp -	Rp 2.427.800	Rp 2.427.800	

Dari tabel 4.29 dan 4.30 didapatkan nilai NPV *Challenger* sebesar Rp 337.897651 dan nilai NPV *Defender* sebesar Rp 9.491.522. nilai NPV dari *Challenger* jauh lebih besar dari NPV *Defender*. Hal ini menunjukkan bahwa pengolahan komoditas yang menggunakan alat otomasi memberikan keuntungan yang lebih besar daripada pengolahan secara konvensional manual. Maka dari itu pengalihan proses pengolahan dari manual ke proses pengolahan otomatis disimpulkan layak secara finansial.

BAB 5

ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisis dan interpretasi data dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Materi yang dianalisis mencakup analisis konsep ide perancangan Alat Otomasi Daur Ulang Kertas, *input* dan *output* masing-masing level QFD, uji pengaruh penerimaan dalam AAM, desain baru hasil pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas, serta uji kelayakan finansial melalui *cost benefit analysis*.

5.1 Analisis QFD level-1 (*Technical Requirements*)

QFD level 1 digunakan untuk menterjemahkan *customer requirements* ke dalam respon teknis atau *technical requirements*. Kebutuhan pelanggan didapatkan melalui *voice of customer* (VoC) yang selanjutnya dikategorikan ke dalam atribut-atribut produk. Untuk studi kasus pengolahan komoditas di Kecamatan Ngancar, terdapat tujuh atribut yang dibutuhkan di dalam alat pengolahan. Tujuh atribut yang diharapkan dari fase pengembangan produk antara lain performansi, fitur, kesesuaian dengan spesifikasi, keamanan, *service*/reparasi, daya tahan, dan biaya.

Atribut performansi merupakan terjemahan dari kebutuhan pelaku usaha terkait waktu produksi dan kapasitas produksi. Waktu produksi yang diharapkan oleh responden adalah kurang dari dua jam. Dalam waktu dua jam, 100% responden mengharapkan alat pengolahan memiliki kapasitas produksi minimal 10 Kg bahan baku.

Atribut fitur merupakan hasil terjemahan dari kebutuhan pelaku usaha terkait tombol pengontrol dan fasilitas tambahan yang terdapat dalam alat pengolahan. Tombol pengontrol digunakan untuk menunjang dan meningkatkan kualitas hasil produksi. Dari hasil penyebaran kuesioner, didapatkan 70% dari responden menyatakan bahwa membutuhkan fitur tombol pengontrol pada pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas.

Atribut kesesuaian dengan spesifikasi diterjemahkan dari kebutuhan responden akan karakteristik desain dan komponen alat. Responden menginginkan

komponen-komponen yang secara efektif mampu menunjang performansi dari alat. Pemilihan komponen yang sesuai dengan spesifikasi dapat meningkatkan kinerja alat sehingga dapat menjalankan fungsi pengolahan multi-komoditas. Selain itu dengan spesifikasi yang sesuai maka daya tahan dan keamanan alat pengolahan dapat ditingkatkan.

Atribut keamanan merupakan terjemahan dari kebutuhan responden terkait kemudahan dan jaminan keselamatan dalam penggunaan alat. Untuk mewujudkan keinginan tersebut maka desain dan komponen dari alat harus sesuai dengan standar. Komponen yang berbahaya bagi operator harus terlindungi dan ter-cover.

Atribut *service* atau reparasi berkaitan dengan kebutuhan konsumen terhadap kemudahan perbaikan serta ketersediaan suku cadang. Semakin mudah komponen ditemukan di pasaran maka semakin baik sehingga ketika alat mengalami gangguan maka dapat segera diperbaiki.

Atribut daya tahan berkaitan dengan umur pakai dari alat pengolahan. Responden menginginkan alat yang dapat bertahan selama mungkin. Untuk mewujudkan hal itu maka dibutuhkan pemilihan material dan komponen yang tepat untuk meunjang umur pakai. 60% dari responden menginginkan agar alat pengolahan dapat bertahan lebih dari 4 tahun.

Atribut biaya berkaitan dengan investasi yang dikeluarkan dibandingkan dengan manfaat yang didapatkan oleh pelaku usaha. Untuk alat dengan fungsi pengolahan komoditas, 40% responden menginginkan harga antara 10-15 juta rupiah. Sedangkan dengan jumlah yang sama yaitu 40% responden menginginkan alat dengan harga jual antara 6-10 juta rupiah.

Pada tahap selanjutnya, Ketujuh atribut yang pada QFD level 1 akan dievaluasi untuk menilai atribut yang berpengaruh besar. Selain itu evaluasi produk juga menilai kelebihan dan kekurangan antara Alat Otomasi Daur Ulang Kertas dan rancangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas. Perhitungan bobot menghasilkan performansi sebagai atribut dengan bobot terbesar dengan 5.400. Dan selanjutnya berturut-turut adalah keamanan berbobot 5.100, daya tahan berbobot 4.267, fitur berbobot 3.867, *service*/reparasi berbobot 2.600, kesesuaian spesifikasi berbobot 1.867, dan biaya berbobot 0.500.

Dari atribut yang ada selanjutnya atribut diterjemahkan menjadi respon teknis seperti terlampir pada tabel 6.1.

Tabel 5.1 *Technical Requirements*

No	Sistem	<i>Technical Requirements</i>
X1	Sistem Penghalusan	Kecepatan Proses Penghalusan
X2		Beban Komponen Sistem Penghalusan
X3		Struktur Sistem Penghalusan
X4	Sistem Pencetakan / Pemerasan	Kecepatan Proses Pencetakan
X5		Beban Komponen Sistem Pencetakan
X6		Struktur Sistem Pencetakan
X7	Sistem Pendidihan	Waktu Proses Pendidihan
X8		Beban Komponen Sistem Pendidihan
X9		Struktur Alat Pendidihan
X10	Sistem Kontrol	Pengatur Tegangan Listrik
X11		Pengatur Kuat Arus Listrik
X12		Pengatur Integrasi Fungsi

Dari tabel 6.1 di atas maka berikut dijelaskan mengenai pemilihan dan hasil pengolahan pada matriks QFD level 1 dari masing-masing respon teknis.

1. Kecepatan Proses Penghalusan (X1)

Dari hasil pengolahan QFD level 1, kecepatan proses penghalusan menempati prioritas 2 dalam peringkat kepentingan. Hal ini dipengaruhi oleh keinginan konsumen yang menginginkan alat pengolahan memiliki keunggulan pada performansi. Untuk mendapatkan kecepatan proses pengolahan yang sesuai, maka waktu penghalusan harus memenuhi *target value* kurang dari 5 menit/kg. Untuk memenuhi performansi tersebut, maka fitur dari komponen yang dapat menunjang adalah kecepatan motor yang bekerja antara 0-50rpm. Kesesuaian spesifikasi membutuhkan voltase antara 100-240 Volt. Semakin besar voltase maka makin besar daya yang berpengaruh pada kecepatan. Dimensi corong

yang direkomendasikan agar sistem dapat berjalan dengan kecepatan aman adalah \pm Diameter = 250mm dan Tinggi = 150mm.

2. Beban Komponen Sistem Penghalusan (X2)

Pada perhitungan peringkat kepentingan, beban komponen sistem penghalusan hanya menempati prioritas ke 7. Atribut yang berpengaruh adalah kesesuaian spesifikasi dan daya tahan. Untuk mendapatkan kesesuaian spesifikasi, kapasitas penghalusan harus dapat menampung bahan baku komoditas yang beratnya lebih dari 10 Kg. Hal ini sesuai dengan kebutuhan 100% responden yang menginginkan kapasitas produksi lebih dari 10 Kg. Sedangkan untuk mendapatkan daya tahan yang sesuai, maka material harus menggunakan *stainless steel*. Pengembangan respon teknis ini juga menjawab kebutuhan 90% responden yang menginginkan alat pengolahan berbahan dasar *stainless steel*.

3. Struktur Sistem Penghalusan (X3)

Pada perhitungan peringkat kepentingan, struktur sistem penghalusan menempati prioritas pertama. Hal ini dipengaruhi oleh banyaknya atribut penting yang berhubungan kuat dengan respon teknis ini. Untuk mendapatkan komponen yang aman dan spesifikasi yang sesuai, maka *target value* dari dimensi kerangka harus dibuat dengan ukuran \pm P = 700 mm; L = 500 mm; T = 1200 mm. Sedangkan untuk mendapatkan daya tahan yang sesuai, maka material kerangka harus menggunakan *stainless steel*. *Target value* harga dari komponen kerangka yang dapat memenuhi kriteria ini adalah kurang dari Rp150.000/m.

4. Kecepatan Proses Pencetakan (X4)

Dari hasil pengolahan QFD level 1, kecepatan proses pencetakan menempati prioritas keempat dalam peringkat kepentingan. Hal ini dipengaruhi oleh keinginan konsumen yang menginginkan alat pengolahan memiliki keunggulan pada performansi. Untuk mendapatkan kecepatan proses pengolahan yang sesuai, maka waktu pencetakan harus memenuhi *target value* kurang dari 1 menit/kg. Untuk memenuhi performansi dan kesesuaian spesifikasi, maka fitur dari komponen yang dapat menunjang adalah tekanan antara 0-2 mpa. Harga komponen yang menunjang kecepatan proses pencetakan memiliki *target value* kurang dari Rp 1.000.000,00.

5. Beban Komponen Sistem Pencetakan (X5)

Pada perhitungan peringkat kepentingan, beban komponen sistem pencetakan hanya menempati prioritas ke 9. Atribut yang berpengaruh adalah kesesuaian spesifikasi dan daya tahan. Untuk mendapatkan kesesuaian spesifikasi, kapasitas pencetakan harus dapat menampung bahan baku komoditas yang beratnya lebih dari 10 Kg. Hal ini sesuai dengan kebutuhan 100% responden yang menginginkan kapasitas produksi lebih dari 10 Kg. Sedangkan untuk mendapatkan daya tahan yang sesuai, maka material harus menggunakan *stainless steel*. Pengembangan respon teknis ini juga menjawab kebutuhan 90% responden yang menginginkan alat pengolahan berbahan dasar *stainless steel*.

6. Struktur Sistem Pencetakan (X6)

Pada perhitungan peringkat kepentingan, struktur sistem pencetakan hanya menempati prioritas ketiga. Hal ini dipengaruhi oleh banyaknya atribut penting yang berhubungan kuat dengan respon teknis ini. Untuk mendapatkan komponen yang aman dan spesifikasi yang sesuai, maka *target value* dari dimensi kerangka harus dibuat dengan ukuran $\pm P = 500\text{mm}$; $L = 500\text{mm}$. Sedangkan untuk mendapatkan daya tahan yang sesuai, maka material kerangka harus menggunakan *stainless steel*. *Target value* harga dari komponen kerangka yang dapat memenuhi kriteria ini adalah kurang dari Rp150.000/m.

7. Waktu Proses Pendidihan (X7)

Dari hasil pengolahan QFD level waktu proses pendidihan menempati prioritas ke-enam dalam peringkat kepentingan. Untuk mendapatkan kecepatan proses pengolahan yang sesuai, maka waktu pendidihan harus memenuhi *target value* kurang dari 30 menit untuk mendidihkan 2 Liter sari komoditas. Untuk memenuhi performansi dan kesesuaian spesifikasi, maka fitur dari komponen yang dapat menunjang adalah pengaturan temperatur antara 0-100°C. Harga komponen yang menunjang kecepatan proses pendidihan memiliki *target value* kurang dari Rp 300.000,00.

8. Beban Komponen Sistem Pendidihan (X8)

Pada perhitungan peringkat kepentingan, beban komponen sistem pendidihan hanya menempati prioritas ke 11. Atribut yang berpengaruh adalah kesesuaian

spesifikasi dan daya tahan. Untuk mendapatkan kesesuaian spesifikasi, kapasitas pendidihan harus dapat memproses sari komoditas yang dengan ukuran mencapai 2 Liter. Sedangkan untuk mendapatkan daya tahan yang sesuai, maka material harus menggunakan *stainless steel*. Pengembangan respon teknis ini juga menjawab kebutuhan 90% responden yang menginginkan alat pengolahan berbahan dasar *stainless steel*.

9. Struktur Sistem Pendidihan (X9)

Pada perhitungan peringkat kepentingan, struktur sistem pendidihan hanya menempati prioritas ke-lima. Hal ini dipengaruhi oleh banyaknya atribut penting yang berhubungan kuat dan sedang dengan respon teknis ini. Untuk mendapatkan komponen yang aman dan spesifikasi yang sesuai, maka *target value* dari dimensi kerangka harus dibuat dengan ukuran $\pm P = 500\text{mm}$; $L = 500\text{mm}$. Sedangkan untuk mendapatkan daya tahan yang sesuai, maka material kerangka harus menggunakan *stainless steel*. *Target value* harga dari komponen kerangka yang dapat memenuhi kriteria ini adalah kurang dari Rp150.000/m.

10. Pengatur Tegangan Listrik (X10)

Pada perhitungan peringkat kepentingan, pengatur tegangan listrik hanya menempati prioritas ke-sepuluh. Hal ini dikarenakan tegangan listrik tidak memberikan pengaruh besar terhadap atribut yang kritis (berbobot besar). Untuk dapat menunjang performansi, *target value* yang diperlukan adalah *output power* yang besarnya antara 300-400W. Untuk kesesuaian spesifikasi, pengatur tegangan listrik memerlukan *target value* dari *output voltage* sebesar 24 V. Agar dapat komponen memenuhi *service/reparasi* maka arus maksimum memiliki *target value* sebesar 15 A. Biaya yang harus dikeluarkan maksimal Rp 200.000,00.

11. Pengatur Arus Listrik (X11)

Pada perhitungan peringkat kepentingan, pengatur arus listrik juga menempati prioritas ke-sepuluh atau setara dengan kepentingan pengatur arus listrik. Hal ini dikarenakan arus listrik tidak memberikan pengaruh besar terhadap atribut yang kritis (berbobot besar). Untuk dapat menunjang performansi, *target value* yang diperlukan adalah maksimum voltase sebesar 220V. Untuk kesesuaian

spesifikasi dan *service/reparasi*, pengatur arus listrik memerlukan *target value* dari maksimum arus sebesar 10 A. Biaya yang harus dikeluarkan maksimal Rp 90.000,00.

12. Pengatur Integrasi Fungsi (X12)

Pada perhitungan peringkat kepentingan, pengatur integrasi fungsi menempati prioritas ke-delapan. Untuk dapat menunjang performansi, *target value* yang diperlukan adalah maksimum voltase sebesar 24VDC. Untuk memenuhi kesesuaian spesifikasi dan *service/reparasi* maka arus maksimum memiliki *target value* kurang dari 1000 mA. Biaya yang harus dikeluarkan maksimal Rp 1.250.000,00.

5.2 Analisis QFD level-2 (*Component Characteristics*)

QFD level 2 digunakan untuk menterjemahkan respon teknis hasil dari QFD level 1 ke dalam *component characteristics*. Oleh karena terdapat banyak jenis komponen yang membentuk alat pengolahan komoditas, maka hanya komponen kritis dari masing-masing sistem yang akan disertakan dalam matriks QFD level 2. Pengolahan data QFD level 2 akan dibagi ke dalam empat sistem sesuai dengan fungsi masing-masing.

Pada sistem penghalusan, komponen digunakan untuk menjalankan dan mendukung proses penghalusan bahan baku komoditas (nanas, jahe merah, dan mengkudu) untuk menjadi bubur. Komponen-komponen kritis hasil penterjemahan respon teknis sistem penghalusan adalah sebagai berikut.

1. *Electric Tomato Squeezer*

Electric Tomato Squeezer merupakan komponen utama dari sistem penghalusan. Fungsinya adalah untuk menghancurkan bahan baku komoditas agar menjadi bubur dengan tekstur lebih halus dengan gaya mekanik. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem penghalusan, komponen *Electric Tomato Squeezer* mendapat prioritas utama. Agar dapat menunjang kecepatan proses, maka *target value* dari komponen yang diperlukan adalah 136 Kg/jam untuk kapasitas produksi dan 160 rpm untuk ac motornya. Biaya yang harus dikeluarkan untuk komponen beli ini adalah Rp4.360.500,00.

2. *Hex Nuts A2 M12*

Komponen ini berfungsi untuk mengunci komponen lain berpasangan dengan *bolt*. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem penghalusan, komponen *Nuts* mendapat prioritas ke-enam. Ukuran yang diperlukan untuk sistem penghalusan adalah *nuts* dengan diameter 12mm dan tebal 10 mm. Hal ini dikarenakan sistem penghalusan terdiri dari beberapa komponen berat dan kerangka yang tinggi.

3. *Bolt Set Screws M12 Cont Point*

Komponen ini digunakan sebagai pengunci komponen lain bersama *nut*. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem penghalusan, komponen *bolt* mendapat prioritas ke-lima. Oleh karena *nut* yang digunakan memiliki diameter 12mm maka diameter *flet* juga 12mm. Panjang *Bolt* yang dipilih adalah 50 mm.

4. Papan Penyalur

Papan penyalur merupakan komponen buat yang berbahan dasar *acrylic*. Fungsi dari papan penyalur adalah untuk mengalirkan bubur ke wadah penyaringan. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem penghalusan, komponen papan penyalur mendapat prioritas ke-dua. Untuk menjamin ketahanan terhadap beban, maka tebal papan minimal adalah 2 mm. Sedangkan dimensi yang digunakan adalah 800mm x 300mm.

5. *Brushless Motor Submersible Water Pump Hot*

Digunakan untuk memompa air bersih dari dasar menuju ke corong penampung pada *Electric Tomato Squeezer*. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem penghalusan, komponen *Brushless Motor Submersible Water Pump Hot* mendapat prioritas keempat. Spesifikasi komponen yang dibutuhkan untuk menunjang kecepatan proses penghalusan adalah kecepatan aliran sebesar 580 Liter/jam.

6. Selang Air

Digunakan sebagai saluran air bersih yang dipompa oleh *water pump*. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem penghalusan, komponen selang air mendapat prioritas ke-tujuh. Ukuran diameter yang dibutuhkan adalah 1,5cm dengan panjang selang 1 meter.

7. Kerangka Penghalusan Channel U Bar

Digunakan sebagai penyangga dan tempat melekatnya komponen. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem penghalusan, komponen kerangka mendapat prioritas ke-dua. Total panjang yang dibutuhkan untuk merakit sebuah kerangka *prototype* adalah 6 meter.

Pada sistem pencetakan, komponen digunakan untuk memberi tekanan dan memeras bubur komoditas pada wadah penampung sehingga sari-sari dari bubur komoditas dapat terperas. Komponen-komponen kritis hasil penterjemahan respon teknis sistem pencetakan adalah sebagai berikut.

1. Pneumatik udara silinder CDM2B25-50

Pneumatik udara silinder berfungsi merealisasikan tekanan udara untuk mendorong papan. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem pencetakan, komponen pneumatik mendapat prioritas pertama. Untuk dapat menghasilkan kecepatan yang dibutuhkan oleh konsumen, maka spesifikasi minimal tekanan adalah 1 mpa. Dimensi dari *bore* adalah 25mm sedangkan untuk *broke* adalah 50mm.

2. Solenoid Valve AIRTAC

Berfungsi untuk mengatur masuk keluarnya udara dari *compressor*. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem pencetakan, komponen *valve* mendapat prioritas ke-enam. Untuk dapat menghasilkan kecepatan yang dibutuhkan oleh konsumen, maka kecepatan standard yang dimiliki oleh *valve* minimal 8 bar.

3. Polyurethane Tube CHELIC Calibrated

Berfungsi untuk mengalirkan udara dari *compressor* ke *valve* dan *pneumatic*. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem pencetakan, komponen *polyurethane tube* mendapat prioritas ke-delapan. Komponen ini memberikan keamanan karena selang dapat menahan tekanan udara. Untuk dapat menjaga keamanan dari tekanan udara maka diameter luar berukuran 8mm dan untuk diameter dalam berukuran 6mm.

4. Pneumatic Push-in Fitting

Komponen berfungsi sebagai *holder* dari *polyurethane tube* atau dapat digunakan sebagai pembagi udara. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem pencetakan, komponen *pneumatic push-in fitting* mendapat prioritas ke-sepuluh. Dimensi yang dibutuhkan untuk *fitting* adalah $L = 6\text{cm}$; $W = 4\text{cm}$; $H = 2\text{cm}$.

5. *Compressor*

Komponen berfungsi untuk menghasilkan udara bertekanan tinggi yang akan menggerakkan pneumatik. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem pencetakan, komponen *compressor* mendapat prioritas ke-dua. Untuk dapat menghasilkan kecepatan yang dibutuhkan oleh konsumen, maka putaran maksimal sebesar 1450 rpm. Selain itu keluaran angin dari *compressor* harus dapat menghasilkan 20-23 Liter/menit.

6. *Plat Stainless Steel*

Berfungsi untuk bidang tekan pencetakan. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem pencetakan, komponen *plate stainless steel* mendapat prioritas ke-tiga. Dimensi bidang tekan adalah $1,22\text{ m} \times 2,44\text{ m}$ dengan ketebalan = 1 mm. Bahan yang digunakan adalah *stainless steel*.

7. *Hex Nuts A2 M12*

Hex Nuts A2 M12 berfungsi untuk mengunci komponen pada sistem pencetakan dan berpasangan dengan *bolt*. Ukuran yang diperlukan untuk sistem penghalusan adalah *nuts* dengan diameter 12mm dan tebal 10 mm. Hal ini dikarenakan sistem penghalusan terdiri dari beberapa komponen berat dan kerangka yang tinggi.

8. *Bolt Set Screws M12 Cont Point*

Komponen ini digunakan sebagai pengunci komponen pada sistem pencetakan dan berpasangan bersama *nuts*. Oleh karena *nuts* yang digunakan memiliki diameter 12mm maka diameter *flet* juga 12mm. Panjang *Bolt* yang dipilih adalah 50 mm.

9. Kerangka Pencetakan Channel U Bar

Digunakan sebagai penyangga dan tempat melekatnya komponen. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem pencetakan, komponen

kerangka mendapat prioritas ke-tiga. Total panjang yang dibutuhkan untuk merakit sebuah kerangka *prototype* adalah 6 meter.

10. Wadah Penyaringan

Digunakan sebagai tempat untuk menyaring sari-sari bubuk komoditas sehingga ampas terpisah dari sari. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem pencetakan, komponen kerangka mendapat prioritas ke-tiga. Dimensi yang dibutuhkan adalah $P = 400\text{mm}$; $L = 400\text{mm}$; $T = 5\text{mm}$.

Pada sistem Pendidihan, komponen-komponen memiliki berperan utama untuk memanaskan wadah penampungan agar sari-sari komoditas dapat mendidih. Komponen kritis hasil penterjemahan respon teknis sistem pendidihan adalah sebagai berikut.

1. *Heating Element Electric*

Berfungsi sebagai komponen utama dalam menghasilkan panas yang akan mendidihkan sari-sari komoditas di wadah penampung. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem pendidihan, komponen *heating element* mendapat prioritas pertama. Untuk menjalankan fungsi nya sebagai isolator panas, komponen membutuhkan daya 150 Watt dengan temperatur *output* mencapai 200°C .

2. *Micro Load Cell*

Berfungsi sebagai sensor yang akan terstimulus oleh beban yang diberikan oleh wadah penampung yang terisi sari komoditas. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem pendidihan, komponen *heating element* mendapat prioritas ke-tiga. *Material* dasar pembentuk *micro load cell* ini adalah *stainless steel* karena sensor membutuhkan daya tahan terhadap gaya gravitasi dan beban dari wadah penampung.

3. *Bolt Set Screws A2 M8 x 50mm*

Komponen ini digunakan sebagai pengunci komponen pada sistem pendidihan dan berpasangan bersama *nuts*. Ukuran diameter untuk sistem pendidihan hanya membutuhkan 8mm saja. Hal ini dikarenakan komponen tidak terlalu

berat dan ketebalan rata-rata komponen berukuran lebih tipis. Panjang *Bolt* yang dipilih adalah 50 mm.

4. *Hex Nuts* A2 M8

Hex Nuts A2 M8 berfungsi untuk mengunci komponen pada sistem pendidihan dan berpasangan dengan *bolt*. Ukuran yang diperlukan untuk sistem penghalusan adalah *nuts* dengan diameter 8mm. Pemilihan ukuran *nuts* menyesuaikan dengan diameter *bolt*.

5. Wadah Penampung

Berfungsi sebagai penampung sari-sari hasil pemerasan dan pencetakan. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem pendidihan, komponen wadah penampung mendapat prioritas ke-dua. Dimensi wadah penampung yang diperlukan untuk sistem pendidihan adalah $P = 400\text{mm}$; $L = 400\text{mm}$; $T = 1\text{mm}$.

Sistem Kontrol digunakan sebagai pusat perintah dan pengendali seluruh komponen mulai dari sensor, *controller*, dan *actuator*. Komponen kritis hasil penterjemahan respon teknis sistem kontrol adalah sebagai berikut.

1. *Microcontroller* ATMEGA32 – 16 PU

Komponen ini berperan utama dalam pusat bahasa pemrograman dan mengintegrasikan sensor-aktuator. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem kontrol, mikrokontroler mendapat prioritas pertama. Untuk dapat menunjang pengatur fungsi integrasi, *data bus width* memerlukan 8 bit dengan *memory size* sebesar 32KB.

2. Relay Omron MK3P-I

Komponen ini berfungsi untuk membuka dan menutup kontak saklar. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem kontrol, Relay mendapat prioritas ke-lima. Untuk dapat menunjang pengatur tegangan, tegangan yang digunakan adalah 12 volt. Dan untuk menunjang pengaturan arus maka arus yang digunakan adalah 10A.

3. *Terminal Block*

Komponen ini berfungsi sebagai tempat koneksi dari kabel listrik yang masuk atau keluar dari panel listrik. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan

QFD level 2 sistem kontrol, *terminal block* mendapat prioritas ke-tiga. Tegangan maksimal yang dapat diterima adalah sebesar 300 Volt. *Terminal Block* yang diperlukan adalah *terminal* dengan 10 blok dan *wire range* 14AWG - 22AWG.

4. Kabel Eterna

Komponen ini berfungsi untuk mempercepat perintah melalui transmisi. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem kontrol, kabel eterna mendapat prioritas ke-tujuh. Tegangan maksimal yang dapat diterima adalah sebesar 300 Volt.

5. *Push Button*

Komponen ini berfungsi untuk memberi perintah untuk menjalankan dan menghentikan fungsi. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem kontrol, *push button* mendapat prioritas ke-enam. Arus yang diperlukan adalah 10A. Sedangkan tegangan yang diperlukan adalah 250 V.

6. PCB

Berfungsi sebagai tempat integrasi komponen elektronik. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem kontrol, PCB mendapat prioritas ke-empat. Dimensi yang diperlukan untuk mengintegrasikan komponen adalah 40 x 60 mm dengan *grid* berukuran 54mm.

7. *Power Supply*

Komponen berfungsi untuk menyediakan arus listrik dan mengubahnya dari AC menjadi DC, serta menstabilkan tegangan listrik. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan QFD level 2 sistem kontrol, PCB mendapat prioritas kedua. *Output voltage* yang dihasilkan oleh *power supply* adalah 5 Volt dan *output current* adalah maksimum 700mA.

5.3 Analisis QFD level-3 (*Process Requirements*)

QFD level 3 digunakan untuk menterjemahkan *component characteristics* hasil dari QFD level 2 ke dalam *process requirements*. Pengolahan data QFD level 3 akan dibagi ke dalam empat sistem sesuai dengan fungsi masing-masing. Proses perakitan Alat Pengolahan Multi-Komoditas dibagi menjadi tiga jenis, yaitu proses permesinan, proses *adding part*, proses *joining* atau *assembly*. Proses permesinan

merupakan proses memotong, memberi lubang, dan proses lain yang merubah sebagian atau seluruh bagian komponen menggunakan mesin. Proses *adding part* adalah proses penyertaan dan pemasangan komponen penunjang dengan komponen utama. Proses *joining* adalah proses perakitan komponen utama pada kerangka alat.

Pada sistem penghalusan, terdapat 5 komponen yang masuk dalam kategori beli dan terdapat 2 komponen yang dikategorikan beli dan buat. Berikut merupakan penjelasan *process requirements* dari masing-masing komponen pada pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas.

1. *Electric Tomato Squeezer*

Electric Tomato Squeezer tergolong sebagai komponen beli. Proses yang diperlukan adalah proses *joining*. Kriteria yang diperlukan dalam proses adalah diameter bore bolt 12 mm, toleransi max ± 1 mm, dan rata-rata thickness 5mm. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses ini mendapatkan prioritas pertama. Hal ini dikarenakan komponen berperan sebagai proses pertama dalam lini produksi. Selain itu penempatan komponen harus memperhatikan aliran bubur komoditas.

2. *Hex Nuts A2 M12*

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. *Nuts* terlibat dalam beberapa proses yaitu *joining electric tomato squeezer*, *joining* papan penyalur, dan *joining* kerangka. Ukuran dimensi yang *nuts* yang diperlukan adalah rata-rata diameter bore bolt harus sama dengan *nuts* yaitu 12mm. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses *joining electric tomato squeezer*, *joining* papan penyalur, dan *joining* kerangka berturut-turut mendapatkan prioritas pertama, ke-tiga, dan ke-tiga. Hal ini dikarenakan proses *joining* merupakan proses yang paling banyak melibatkan komponen.

3. *Bolt Set Screws M12 Cont Point*

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. *Bolt* terlibat dalam beberapa proses yaitu *cutting bolt*, *joining electric tomato squeezer*, *joining* papan penyalur, dan *joining* kerangka. Ukuran dimensi rata-rata diameter bore bolt yang diperlukan yaitu 12mm. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses *cutting bolt*, *joining* papan penyalur, dan *joining*

kerangka berturut-turut mendapatkan prioritas ke-sepuluh, pertama, ke-tiga, dan ke-dua. Hal ini dikarenakan proses *joining* merupakan proses yang paling banyak melibatkan komponen. Proses *cutting bolt* diperlukan untuk menyesuaikan panjang *bolt* dengan ketebalan kerangka dan ketebalan komponen.

4. Papan Penyalur

Papan penyalur tergolong sebagai komponen beli dan buat. Sehingga proses yang diperlukan *machining*, antara lain proses *cutting acrylic* dan *drilling acrylic*. Selanjutnya papan penyalur akan dirakit melalui proses *joining acrylic* dan dengan kerangka melalui proses *joining* kerangka. Kriteria yang diperlukan dalam proses *cutting* adalah panjang 40cm dan lebar 70cm. Sedangkan untuk *drilling* lubang *bolt* yang diperlukan adalah 8mm. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses *cutting acrylic*, *drilling acrylic*, mendapatkan prioritas yang sama yaitu ke-empat.

5. *Brushless Motor Submersible Water Pump Hot*

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. Proses yang diperlukan adalah proses *adding part* sehingga tidak ada kriteria khusus dalam proses. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses ini mendapatkan prioritas ke-delapan. Proses *adding part* tidak memerlukan komponen pengunci yaitu *bolt* dan *nuts*.

6. Selang Air

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. Proses yang diperlukan adalah proses *adding part* dengan *water pump* sehingga tidak ada kriteria khusus dalam proses. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses ini mendapatkan prioritas ke-delapan. Proses *adding part* tidak memerlukan komponen pengunci yaitu *bolt* dan *nuts*.

7. Kerangka Penghalusan Channel U Bar

Kerangka tergolong sebagai komponen beli dan buat. Sehingga proses yang diperlukan *machining*, antara lain proses *grinding stainless steel*, *drilling stainless steel*, dan *sanding stainless steel*. Proses *grinding stainless steel* digunakan untuk memotong batang *stainless steel* menjadi beberapa bagian. Proses *drilling stainless steel* digunakan untuk melubangi batang *stainless*

steel untuk tempat masuknya *bolt*. Proses *sanding stainless steel* digunakan untuk menghaluskan batang *stainless steel*. Selanjutnya batang kerangka akan dirakit melalui proses *joining* kerangka. Kriteria yang diperlukan adalah diameter rata-rata *bolt* 12mm. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses *grinding stainless steel*, *drilling stainless steel*, dan *sanding stainless steel*, mendapatkan prioritas berturut-turut ke-empat, ke-empat dan ke-sembilan.

Pada sistem pencetakan, terdapat 7 komponen yang masuk dalam kategori beli dan terdapat 3 komponen yang dikategorikan beli dan buat. Berikut merupakan penjelasan *process requirements* pada pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas.

1. Pneumatik udara silinder CDM2B25-50

Pneumatik udara silinder CDM2B25-50 tergolong sebagai komponen beli. Proses yang diperlukan adalah proses *joining*. Kriteria yang diperlukan dalam proses adalah diameter bore bolt 12 mm, toleransi max ± 1 mm, dan sudut kemiringan harus 90^o atau tegak lurus dengan *plate stainless steel*. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses ini mendapatkan prioritas ketiga. Hal ini dikarenakan komponen membutuhkan penempatan dan sudut yang sesuai dengan wadah penyaringan.

2. Solenoid Valve AIRTAC

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. Proses yang diperlukan adalah proses *adding part* dengan *pneumatic* sehingga tidak ada kriteria khusus dalam proses. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses ini mendapatkan prioritas ke-enam. Proses *adding part* tidak memerlukan komponen pengunci yaitu *bolt* dan *nuts*.

3. Polyurethane Tube CHELIC Calibrated

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. Proses yang diperlukan adalah proses *adding part* dengan *pneumatic* sehingga tidak ada kriteria khusus dalam proses. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses ini mendapatkan prioritas ke-enam. Proses *adding part* tidak memerlukan komponen pengunci yaitu *bolt* dan *nuts*.

4. *Pneumatic Push-in Fitting*

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. Proses yang diperlukan adalah proses *adding part* dengan *pneumatic* sehingga tidak ada kriteria khusus dalam proses. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses ini mendapatkan prioritas ke-enam. Proses *adding part* tidak memerlukan komponen pengunci yaitu *bolt* dan *nuts*.

5. *Compressor*

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. Proses yang diperlukan adalah proses *adding part* dengan *pneumatic* sehingga tidak ada kriteria khusus dalam proses. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses ini mendapatkan prioritas ke-enam. Proses *adding part* tidak memerlukan komponen pengunci yaitu *bolt* dan *nuts*.

6. *Plate Stainless Steel*

Plate stainless steel tergolong sebagai komponen beli dan buat. Sehingga proses yang diperlukan *machining*, antara lain proses *cutting plate stainless steel* dan *drilling plate stainless steel*. Proses ini ditujukan untuk membuat papan bidang pencetak. Papan pencetak selanjutnya akan dirakit melalui proses *joining plate stainless steel*. Kriteria yang diperlukan dalam proses *cutting* adalah panjang 40cm dan lebar 40cm. Sedangkan untuk *drilling* lubang *bolt* yang diperlukan adalah 8mm. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses *cutting plate stainless steel*, *drilling plate stainless steel*, mendapatkan prioritas berturut-turut ke-dua dan ke-empat. Hal ini dikarenakan proses ini juga diperlukan untuk pembuatan wadah penyaringan.

7. *Hex Nuts A2 M12*

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. *Nuts* terlibat dalam beberapa proses yaitu *joining pneumatic*, *joining plate stainless steel*, dan *joining* kerangka. Ukuran dimensi yang *nuts* yang diperlukan adalah rata-rata diameter *bore bolt* harus sama dengan *nuts* yaitu 12mm. Dari perhitungan peringkat kepentingan, *joining pneumatic*, *joining plate stainless steel*, dan *joining* kerangka berturut-turut mendapatkan prioritas

ke-empat, ke-tujuh, dan pertama. Proses *joining* pasti membutuhkan komponen *nuts* dan *bolt*. Kecuali proses *joining* wadah penampung.

8. *Bolt Set Screws M12 Cont Point*

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. *Bolt* terlibat dalam beberapa proses yaitu *cutting bolt*, *joining pneumatic*, *joining plate stainless steel*, dan *joining* kerangka. Ukuran dimensi rata-rata diameter *bore bolt* yang diperlukan yaitu 12mm. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses *cutting bolt* mendapat prioritas 11. Hal ini dikarenakan proses *joining* merupakan proses yang paling banyak melibatkan komponen. Proses *cutting bolt* diperlukan untuk menyesuaikan panjang *bolt* dengan ketebalan kerangka dan ketebalan komponen.

9. Kerangka Pencetakan Channel U Bar

Kerangka tergolong sebagai komponen beli dan buat. Sehingga proses yang diperlukan *machining*, antara lain proses *grinding stainless steel*, *drilling stainless steel*, dan *sanding stainless steel*. Proses *grinding stainless steel* digunakan untuk memotong batang *stainless steel* menjadi beberapa bagian. Proses *drilling stainless steel* digunakan untuk melubangi batang *stainless steel* untuk tempat masuknya *bolt*. Proses *sanding stainless steel* digunakan untuk menghaluskan batang *stainless steel*. Selanjutnya batang kerangka akan dirakit melalui proses *joining* kerangka. Kriteria yang diperlukan adalah diameter rata-rata *bolt* 12mm. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses *grinding stainless steel*, *drilling stainless steel*, dan *sanding stainless steel*, mendapatkan prioritas berturut-turut ke-tujuh, ke-sembilan dan ke-sembilan.

10. Wadah Penyaringan

Plate stainless steel tergolong sebagai komponen beli dan buat. Sehingga proses yang diperlukan *machining*, antara lain proses *cutting plate stainless steel* dan *drilling plate stainless steel*. Selanjutnya wadah penyaringan akan dirakit melalui proses *joining* wadah penyaringan. Kriteria yang diperlukan dalam proses *cutting* adalah panjang 40cm dan lebar 40cm. Sedangkan untuk *drilling* lubang *bolt* yang diperlukan adalah 10mm. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses *cutting plate stainless steel*, *drilling plate*

stainless steel, mendapatkan prioritas berturut-turut ke-dua dan ke-empat. Hal ini dikarenakan proses ini juga diperlukan untuk pembuatan papan pencetak *plate stainless steel*.

Pada sistem pendidihan, terdapat 4 komponen yang masuk dalam kategori beli dan terdapat 1 komponen yang dikategorikan beli dan buat. Berikut merupakan penjelasan *process requirements* pada pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas.

1. *Heating Element Electric*

Heating Element tergolong sebagai komponen beli. Proses yang diperlukan adalah proses *joining*. Kriteria yang diperlukan dalam proses adalah diameter bore bolt 8 mm, toleransi max ± 1 mm. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses ini mendapatkan prioritas pertama. Hal ini dikarenakan komponen membutuhkan penempatan yang baik agar panas dapat tersebar secara merata dan tidak mengenai komponen lain.

2. *Micro Load Cell*

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. Proses yang diperlukan adalah proses *adding part* dengan *heating element* sehingga tidak ada kriteria khusus dalam proses. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses ini mendapatkan prioritas ke-empat. Proses *adding part* tidak memerlukan komponen pengunci yaitu *bolt* dan *nuts*.

3. *Bolt Set Screws A2 M8 x 50mm*

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. *Bolt* digunakan merupakan komponen penting khususnya dalam proses *joining*. *Bolt* terlibat dalam beberapa proses yaitu *cutting bolt*, *joining mini heating element*, *joining* wadah penampung. Ukuran dimensi rata-rata diameter bore bolt yang diperlukan yaitu 8mm. Hal ini dikarenakan sebagian besar komponen berukuran kecil dan ringan. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses *cutting bolt* mendapat prioritas 5. Hal ini proses *cutting bolt* diperlukan untuk menyesuaikan panjang *bolt* dengan ketebalan kerangka dan ketebalan komponen.

4. *Hex Nuts A2 M8*

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. *Nuts* terlibat dalam beberapa proses yaitu *cutting bolt*, *joining mini heating element*, *joining* wadah penampung. Ukuran dimensi yang *nuts* yang diperlukan adalah rata-rata diameter *bore bolt* harus sama dengan *nuts* yaitu 8mm. Proses *joining* pasti membutuhkan komponen *nuts* dan *bolt*.

5. Wadah Penampung

Wadah penampung tergolong sebagai komponen beli dan buat. Sehingga proses yang diperlukan *machining*, yaitu proses *cutting plate stainless steel*. Selanjutnya wadah penyaringan akan dirakit melalui proses *joining* wadah penampung. Kriteria yang diperlukan dalam proses *cutting* adalah panjang 40cm dan lebar 40cm. Komponen ini tidak memerlukan komponen *drilling* karena bagian-bagian akan di-*joining* menggunakan perekat lem besi. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses *cutting plate stainless steel*, dan *joining* wadah penampung mendapatkan prioritas berturut-turut ke-tiga dan ke-dua.

Pada sistem kontrol, terdapat 7 komponen yang masuk dalam kategori beli dan tidak ada komponen yang dikategorikan beli dan buat. Berikut merupakan penjelasan *process requirements* pada pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas.

1. *Microcontroller* ATMEGA32 – 16 PU

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. Proses yang melibatkan komponen ini adalah perakitan koneksi *Microcontroller* – *Relay*, pembuatan koneksi kontrol, dan pembuatan koneksi integrasi. Kriteria yang diperlukan dalam proses adalah voltase atmega 5.5 Volt, dan arus listrik 0.3A. Dari perhitungan peringkat kepentingan, proses perakitan koneksi *Microcontroller* – *Relay*, pembuatan koneksi kontrol, dan pembuatan koneksi integrasi berturut-turut mendapatkan prioritas ke-dua, ke-empat, dan pertama.

2. *Relay* Omron MK3P-I

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. Proses yang melibatkan komponen ini adalah perakitan koneksi *Microcontroller* – *Relay*,

pembuatan koneksi kontrol, dan pembuatan koneksi integrasi. Kriteria yang diperlukan dalam proses adalah voltase relay max 12V, dan arus listrik 10 A.

3. *Terminal Block*

Komponen ini tergolong sebagai komponen beli. Proses yang melibatkan komponen ini hanya pembuatan koneksi integrasi. Kriteria yang diperlukan dalam proses adalah voltase max relay DC 125 V, arus listrik 0.3A, dan arus listrik maksimum relay DC 10A.

4. *Kabel Eterna*

Kabel Eterna tergolong sebagai komponen beli. Proses yang melibatkan komponen ini adalah perakitan koneksi Microcontroller – Relay, pembuatan koneksi kontrol, dan pembuatan koneksi integrasi. Kriteria yang diperlukan dalam proses adalah voltase power supply 24V, arus listrik max relay DC 10A, dan voltase max relay DC 125V.

5. *Push Button*

Push Button tergolong sebagai komponen beli. Proses yang melibatkan komponen ini adalah pembuatan koneksi kontrol, dan pembuatan koneksi integrasi. Kriteria yang diperlukan dalam proses adalah voltase AC 250 Volt, arus Listrik 5 A.

6. *PCB*

PCB tergolong sebagai komponen beli. Proses yang melibatkan komponen ini adalah perakitan koneksi PCB - Power Supply, dan pembuatan koneksi integrasi. Kriteria yang diperlukan dalam proses adalah Grid 54 mm.

7. *Power Supply*

Power supply tergolong sebagai komponen beli. Proses yang melibatkan komponen ini adalah perakitan koneksi PCB - Power Supply, perakitan koneksi Microcontroller – Relay, dan pembuatan koneksi integrasi. Kriteria yang diperlukan dalam proses adalah voltage power supply 12 Volt, arus listrik 700 mA.

5.4 Analisis Pengaruh Penerimaan Otomasi Model AAM

Penggunaan Model AAM dalam penelitian adalah untuk mengetahui dan mengevaluasi faktor-faktor penerimaan Alat Pengolahan Multi-Komoditas oleh konsumen. Dalam kasus ini, pelaku usaha pengolahan di Kecamatan Ngancar menjadi sasaran dari model AAM. Identifikasi dan penentuan model dilakukan menggunakan kuesioner.

Dari hasil penentuan model AAM, maka didapatkan hubungan variabel-variabel yang mempengaruhi penerimaan alat pengolahan. *Compatibility* atau kesesuaian akan mempengaruhi variabel *Trust* atau kepercayaan, variabel *Perceived of Usefulness* atau persepsi manfaat alat, dan variabel *Perceived Ease of Use* atau persepsi kemudahan penggunaan. Variabel *Trust* selanjutnya akan mempengaruhi variabel *Perceived of Usefulness* dan variabel *Behavioral Intention of Use* atau minat konsumen. Variabel *Perceived Ease of Use* akan mempengaruhi *Attitude towards Using* atau sikap dalam menggunakan dan *Perceived of Usefulness*. Variabel *Perceived of Usefulness* selanjutnya akan mempengaruhi variabel *Attitude towards Using* dan variabel *Behavioral Intention of Use*. Variabel *Attitude towards Using* mempengaruhi variabel *Behavioral Intention of Use*. Di akhir model, variabel *Behavioral Intention of Use* mempengaruhi variabel *Actual System Use* atau penggunaan alat.

Berdasarkan pengontrolnya, tujuh variabel yang saling berhubungan dalam model AAM dapat dibagi ke dalam dua jenis. Dua kelompok variabel tersebut adalah variabel yang dikontrol oleh produsen dan variabel yang dikontrol oleh konsumen. Variabel-variabel yang dikontrol oleh produsen antara lain *compatibility*, *trust*, *perceived ease of use*, dan *perceived of usefulness*. Sedangkan untuk variabel-variabel yang dikontrol konsumen adalah *attitude towards using*, *behavioral intention of use*, dan *actual system use*. Dengan begitu, agar alat pengolahan hasil pengembangan dapat mempengaruhi penerimaan pelaku bisnis di kecamatan Ngancar maka produsen harus memenuhi kriteria *compatibility*, *trust*, *perceived ease of use*, dan *perceived of usefulness*. Dengan tercapainya empat kriteria atau variabel produsen maka konsumen akan menerima penggunaan Alat Pengolahan Multi-Komoditas.

5.5 Analisis Hasil Desain Pengembangan Alat

Pada subbab 5.5 berikut akan dijelaskan mengenai konsep ide pengembangan alat, dan evaluasi proses produksi.

5.5.1 Konsep Ide Pengembangan Alat

Hasil dari pengolahan data melalui QFD dan model AAM akan sampai pada satu keluaran atau *output*. Keluaran dari dua metode ini adalah desain pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas. Untuk dapat menggunakan kedua hasil metode ini, maka terlebih dahulu perlu dilakukan identifikasi konsep ide dari masing-masing metode.

Dari penjabaran hasil QFD, diperoleh konsep ide yang berasal dari respon teknis. Dengan memperhatikan QFD maka pengembangan alat ditujukan agar dapat memenuhi kebutuhan dari konsumen. Kebutuhan diterjemahkan menjadi atribut-atribut. Hasil dari penjabaran konsep ide hasil QFD dapat dilihat pada tabel 5.22. Namun di sisi lain, penerimaan suatu teknologi tidak dapat semata-mata diterima masyarakat. Hal ini dikarenakan adanya faktor keraguan dan persepsi yang dimiliki oleh konsumen. Alasan inilah yang menjadi dasar pertimbangan perlunya digunakan model AAM.

Dari penjabaran hasil model AAM, diperoleh konsep ide yang diterjemahkan dari variabel-variabel produsen. Dengan memperhatikan model AAM maka pengembangan alat ditujukan agar alat dapat diterima oleh pelaku usaha pengolahan di Kecamatan Ngancar. Sehingga dalam penelitian ini model AAM berperan sebagai pendukung metode QFD. Hal ini dikarenakan model AAM mempertimbangkan faktor-faktor yang bersifat intuitif dari konsumen. Hasil dari penjabaran konsep ide hasil QFD dapat dilihat pada tabel 5.24.

Setelah konsep ide berhasil dijabarkan maka tahap terakhir adalah melakukan proses desain *prototype*. Desain baru hasil pengembangan dapat dilihat pada gambar 5.32 dan gambar 5.33.

5.5.2 Evaluasi Alat Hasil Pengembangan Konsep Ide Baru

Hasil pengembangan dengan konsep baru memungkinkan Alat Pengolahan Multi-Komoditas memiliki beberapa kelebihan dan *benefit (non-finance)*. Di sisi

lain, pengembangan konsep ide baru juga memiliki kelemahan terkait fungsinya dalam proses pengolahan komoditas yang fleksibel. Evaluasi akan dilakukan dengan membandingkan konsep pengembangan dengan konsep awal yang menggunakan alternatif konvensional. Berikut ini merupakan identifikasi kelebihan dan kekurangan dari konsep pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas.

5.5.2.1 Kelebihan Konsep Pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas

Kelebihan dari konsep pengembangan dan desain Alat Pengolahan Multi-Komoditas adalah sebagai berikut:

1. Alat Pengolahan Multi-Komoditas dapat melakukan proses produksi untuk produk yang berbeda secara fleksibel.
2. Kapasitas Alat Pengolahan Multi-Komoditas jauh lebih besar dibandingkan dengan konsep manual konvensional.
3. Untuk mengerjakan komoditas yang berbeda Alat Pengolahan Multi-Komoditas bekerja secara seri. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya penghematan dari sisi biaya operasional dan biaya tenaga kerja.
4. Tekstur hasil proses produksi lebih halus dibandingkan dengan hasil proses dengan menggunakan alternatif konvensional.
5. Alat Pengolahan Multi-Komoditas memiliki desain yang lebih aman bagi operator. Selain itu alat memiliki tombol pengontrol untuk mengatur lama waktu proses masing-masing sistem (penghalusan, pencetakan, pendidihan).

5.5.2.2 Kekurangan Konsep Pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas

Kekurangan atau kelemahan dari konsep pengembangan dan desain Alat Pengolahan Multi-Komoditas adalah sebagai berikut:

1. Alat Pengolahan Multi-Komoditas hanya dapat digunakan untuk memproses jenis komoditas yang terbatas. Alat didesain hanya untuk memproses jenis komoditas yang produk akhirnya berupa sari. Komoditas yang dapat diolah selain Nanas, Jahe Merah dan Mengkudu adalah sebagai berikut.

2. Alat Pengolahan Multi-Komoditas tidak bisa melakukan proses produksi untuk komoditas yang berbeda secara simultan. Proses produksi hanya dapat dilakukan secara seri. Sedangkan alternatif manual dapat dilakukan secara paralel.
3. Alat Pengolahan Multi-Komoditas hanya terbatas pada proses penghalusan, pencetakan, dan pendidihan. Alat hanya fleksibel pada produk saja, bukan pada urutan proses. Sehingga alat tidak dapat memproses produk dengan urutan proses yang berbeda.

5.6 Analisis Kelayakan Finansial Dalam *Cost Benefit Analysis*

Pada tahap uji kelayakan finansial, pendataan terkait biaya dilakukan terlebih dahulu baik untuk *Challenger* (alternatif diusulkan) dan *Defender* (alternatif lama). Pada investasi, *Challenger* membutuhkan Rp10.305.106 yang mana jauh lebih besar dibanding dengan *Defender* yang hanya membutuhkan investasi sebesar Rp1.355.500. Hal ini disebabkan oleh banyaknya komponen-komponen yang diperlukan untuk menyusun Alat Pengolahan Multi-Komoditas. Selain biaya investasi yang besar, *Challenger* juga membutuhkan biaya pemeliharaan yang lebih besar daripada *Defender*. Pemeliharaan *Challenger* membutuhkan biaya sebesar Rp1.220.803 per tahun. Sedangkan *Defender* membutuhkan biaya sebesar Rp286.500 per tahun.

Besarnya biaya investasi dan pemeliharaan ternyata berbanding terbalik dengan biaya operasional dan tenaga kerja. Biaya yang dikeluarkan oleh *Challenger* berdampak pada biaya operasional dan tenaga kerja yang menjadi lebih kecil dibandingkan *Defender*. Total biaya operasional *Challenger* pada tahun pertama Rp3.823.565 per tahun. Sedangkan untuk biaya operasional *Defender* mencapai Rp5.376.000 per tahun. Adanya selisih biaya yang lebih rendah dari *Challenger* disebabkan karena konsumsi energi yang lebih rendah daripada konsumsi energi *Defender*. Sedangkan untuk biaya tenaga kerja, *Challenger* membutuhkan biaya Rp95.149.440 per tahun. Biaya tenaga kerja ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan biaya *Defender* yang membutuhkan Rp32.623.565. Selisih biaya ini disebabkan oleh kebutuhan *Defender* akan tenaga kerja yang lebih banyak. Dibutuhkan minimal satu orang pekerja untuk mengolah masing-masing komoditas

(nanas, jahe merah, dan mengkudu). Hal ini dikarenakan perhitungan menggunakan penjadwalan produksi secara paralel. Sedangkan jika menggunakan Alat Pengolahan Multi-Komoditas, maka operator yang dibutuhkan hanya satu orang. Hal ini dikarenakan perhitungan menggunakan penjadwalan produksi secara seri.

Dari biaya-biaya yang sudah didata, maka selanjutnya dilakukan penjumlahan pengeluaran terhadap biaya operasional, tenaga kerja, dan pemeliharaan untuk *Challenger* dan *Defender*. Total biaya per tahun dari *Defender* dan *Challenger* selanjutnya dibandingkan untuk mengetahui berapa penghematan yang didapatkan. Setelah itu, penghematan dijumlahkan dengan nilai sisa investasi untuk digunakan sebagai *inflow* pada aliran kas. Sedangkan untuk *outflow* nya adalah biaya investasi. Maka selanjutnya perhitungan NPV dapat dilakukan.

Setelah dilakukan perhitungan NPV penghematan, maka didapatkan bahwa NPV penghematan untuk *Challenger* bernilai Rp356.098.586 dalam lima tahun. Jumlah ini cukup besar jika dibandingkan dengan nilai NPV penghematan untuk *Defender* yang hanya sebesar Rp9.491.522. Perbedaan NPV menunjukkan perbedaan manfaat yang akan didapatkan oleh konsumen. Dari hasil ini maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan Alat Pengolahan Multi-Komoditas sangat layak untuk digunakan.

LAMPIRAN A

KUESIONER PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN ALAT OTOMASI PENGOLAHAN MULTI-KOMODITAS

PENGANTAR

“Alat pengolah multi-komoditas” merupakan alat semi-otomasi yang didedikasikan untuk mengolah komoditas-komoditas pertanian dan perkebunan (khususnya komoditas di Kecamatan Ngancar). Manfaat dari alat ini adalah untuk meningkatkan produktivitas dan meningkatkan kualitas produk. Produk komoditas yang dapat diolah dengan menggunakan alat ini, antara lain: Kertas, Nanas, Jahe Merah, dan Mengkudu.



Tujuan aktivitas wawancara dan penyebaran kuesioner ini adalah untuk mendapatkan data-data penunjang penelitian. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi kuesioner di bawah ini.

Disini responden diminta untuk memberi tanda silang (x) pada pilihan jawaban dari setiap pertanyaan.

IKM :

- 148

Pada bagian kuesioner ini, Bapak/Ibu diminta untuk mengisi tanda (v) diantara 5 kategori kolom penilaian penerimaan sistem otomasi. Bapak/Ibu hanya boleh mengisi satu kategori penilaian untuk menunjukkan respon: Sangat Tidak Setuju (STS), Tidak Setuju (TS), Ragu-Ragu (RR), Setuju (S), Sangat Setuju (SS).

No	Pernyataan	Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Ragu-Ragu	Setuju	Sangat Setuju
1	Kesesuaian mekanisme kerja dan desain dapat meningkatkan kepercayaan customer dalam menggunakan alat					
2	Mekanisme kerja sistem yang baik dan desain yang menarik dapat memberikan manfaat terhadap proses pengolahan					
3	Kesesuaian mekanisme kerja dan desain dapat memberikan kemudahan terhadap customer dalam melakukan pengolahan					
4	Mekanisme kerja sistem yang baik dan desain yang menarik dapat meningkatkan kepuasan dan daya tarik terhadap alat					
5	Mekanisme kerja sistem yang baik dan desain yang menarik dari alat pengolahan membuat customer beralih dari proses konvensional menjadi otomasi					
6	Kesesuaian mekanisme kerja dan desain dapat meningkatkan frekuensi penggunaan alat pengolahan dalam aktivitas bisnis					
7	Faktor keamanan dan risiko menjadi pertimbangan dalam merencanakan desain, dimensi, dan mekanisme kerja alat pengolahan					
8	Keamanan alat pengolahan dapat memberikan banyak manfaat dan keuntungan bagi customer					
9	Keamanan alat pengolahan dapat meningkatkan kemudahan dalam penggunaan alat pengolahan					
10	Keamanan dan jaminan keuntungan alat pengolahan dapat meningkatkan kepuasan dan daya tarik customer					
11	Keamanan dan jaminan keuntungan alat pengolahan dapat membuat customer beralih dari proses konvensional menjadi otomasi					
12	Keamanan dan jaminan keuntungan alat pengolahan dapat meningkatkan					

No	Pernyataan	Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Ragu-Ragu	Setuju	Sangat Setuju
	frekuensi penggunaan alat pengolahan dalam aktivitas bisnis					
13	Manfaat dan keuntungan dari penggunaan alat pengolahan mempengaruhi kemudahan pengoperasian oleh customer					
14	Manfaat dan keuntungan dari penggunaan alat pengolahan dapat meningkatkan kepuasan dan daya tarik customer					
15	Kualitas yang baik, produktivitas yang tinggi, dan beban kerja yang berkurang dari penggunaan alat pengolahan dapat membuat customer beralih dari proses konvensional menjadi otomasi					
16	Kualitas yang baik, produktivitas yang tinggi, dan beban kerja yang berkurang dari penggunaan alat pengolahan dapat meningkatkan frekuensi penggunaan alat pengolahan dalam aktivitas bisnis					
17	Kemudahan kendali dan prosedur penggunaan alat pengolahan meningkatkan kualitas, produktivitas, dan keuntungan kepada customer					
18	Kemudahan kendali dan prosedur penggunaan alat pengolahan meningkatkan kepuasan dan daya tarik customer					
19	Kemudahan kendali dan prosedur penggunaan alat pengolahan dapat membuat customer beralih dari proses konvensional menjadi otomasi					
20	Kemudahan kendali dan prosedur penggunaan alat pengolahan dapat meningkatkan frekuensi penggunaan alat pengolahan dalam aktivitas bisnis					
21	Kepuasan dan daya tarik terhadap alat pengolahan dapat membuat customer beralih dari proses manual konvensional menjadi proses otomasi					
22	Kepuasan dan daya tarik terhadap alat pengolahan dapat meningkatkan frekuensi penggunaan alat pengolahan dalam aktivitas bisnis					
23	Keinginan customer untuk menggunakan alat otomasi dapat meningkatkan frekuensi penggunaan alat pengolahan dalam aktivitas bisnis					

Terima kasih atas perhatian dan kerjasamanya.

Tanda Tangan,

RESPONDEN

LAMPIRAN B

QFD Level 1

			<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><</div>											
--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

QFD Level 1 Penentuan Hubungan *Customer Requirements* dan *Technical Requirements*

No	Nilai	Cust. Req.	Tech. Req.	Alasan
1	9	Performansi	X1	Performansi Alat Pengolahan Multi-Komoditas berpengaruh kuat terhadap kecepatan pada proses penghalusan. Semakin cepat proses penghalusan maka semakin baik kemampuan alat.
2			X4	Performansi Alat Pengolahan Multi-Komoditas berpengaruh kuat terhadap kecepatan pada proses pencetakan.
3			X7	Sebagian besar waktu pengolahan merupakan waktu proses pendidihan.
4		Kesesuaian dengan spesifikasi	X1	Kesesuaian spesifikasi komponen alat pengolahan berhubungan kuat dengan kecepatan pada proses penghalusan.
5			X2	Kesesuaian spesifikasi komponen alat pengolahan berhubungan kuat dengan beban pada sistem tertentu khususnya sistem penghalusan.
6			X10	Untuk mendapatkan spesifikasi yang sesuai maka diperlukan pengaturan tegangan yang sesuai dengan kebutuhan agar sistem kontrol dapat bekerja dengan baik.
7			X11	Kesesuaian spesifikasi berhubungan kuat dengan pengatur kuat arus listrik. Hal ini dikarenakan komponen daya memegang peranan penting bagi kinerja alat pengolahan.
8			X12	Kesesuaian spesifikasi berhubungan kuat dengan pengatur integrasi fungsi. Hal ini dikarenakan komponen terhubung satu dengan yang lain dengan peran dan fungsi yang berbeda.
9		Keamanan	X3	Keamanan berhubungan kuat dengan struktur sistem penghalusan karena sistem penghalusan didesain sebagai proses pertama dan paling penting dalam menjalankan fungsi pengolahan
10			X6	Keamanan berhubungan kuat dengan struktur sistem pencetakan, struktur yang tidak baik menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja
11			X9	Keamanan berhubungan kuat dengan struktur sistem pendidihan, struktur yang tidak baik menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja
12		Service/Reparasi	X3	Service atau reparasi berhubungan kuat dengan struktur sistem penghalusan, karena banyak komponen penting/kritis yang membangun sistem penghalusan
13			X9	Service atau reparasi berhubungan kuat dengan struktur sistem pendidihan, karena banyak komponen penting/kritis yang membangun sistem pendidihan.
14		Daya Tahan	X2	Daya tahan berhubungan kuat dengan beban sistem penghalusan, semakin besar beban penghalusan maka umur pakai alat semakin berkurang.
15			X3	Daya tahan berhubungan kuat dengan beban sistem penghalusan, pemilihan material pada sistem penghalusan akan menentukan umur pakai alat pengolahan
16			X5	Daya tahan berhubungan kuat dengan beban sistem pencetakan, semakin besar beban pencetakan maka umur pakai alat semakin berkurang
17			X6	Daya tahan berhubungan kuat dengan beban sistem pencetakan, pemilihan material pada sistem pencetakan akan menentukan umur pakai alat pengolahan
18		Biaya	X1	Biaya Alat Pengolahan Multi-Komoditas berhubungan kuat dengan kecepatan sistem penghalusan, untuk mendapat kecepatan yang tinggi maka biaya komponen juga semakin tinggi

No	Nilai	Cust. Req.	Tech. Req.	Alasan
19			X3	Biaya Alat Pengolahan Multi-Komoditas berhubungan kuat dengan struktur sistem penghalusan, material yang digunakan akan mempengaruhi besarnya biaya.
20			X4	Biaya Alat Pengolahan Multi-Komoditas berhubungan kuat dengan kecepatan sistem pencetakan, untuk mendapat kecepatan yang tinggi maka biaya komponen juga semakin tinggi.
21			X6	Biaya Alat Pengolahan Multi-Komoditas berhubungan kuat dengan struktur sistem pencetakan, material yang digunakan akan mempengaruhi besarnya biaya.
22			X7	Biaya Alat Pengolahan Multi-Komoditas berhubungan kuat dengan waktu sistem pendidihan, untuk mendapat waktu yang cepat maka biaya komponen juga semakin tinggi.
23			X10	Biaya Alat Pengolahan Multi-Komoditas berhubungan kuat dengan pengatur tegangan sistem, komponen pengatur tegangan yang baik maka biaya komponen mahal.
24			X11	Biaya Alat Pengolahan Multi-Komoditas berhubungan kuat dengan pengatur arus sistem, komponen pengatur arus yang baik maka biaya komponen mahal
			X12	Biaya Alat Pengolahan Multi-Komoditas berhubungan kuat dengan pengatur integrasi sistem, semakin banyak komponen yang diintegrasikan maka semakin besar biaya.
25	3	Performansi	X12	Performansi Alat Pengolahan Multi-Komoditas berpengaruh sedang terhadap integrasi fungsi. Kemampuan alat sedikit banyak juga dipengaruhi bagaimana seluruh fungsi berjalan.
26		Fitur	X1	Fitur Alat Pengolahan Multi-Komoditas berpengaruh sedang terhadap kecepatan sistem penghalusan. Fitur dibutuhkan untuk dapat mengatur kecepatan penghalusan sesuai kebutuhan operator.
27			X4	Fitur Alat Pengolahan Multi-Komoditas berpengaruh sedang terhadap kecepatan sistem pencetakan. Fitur berhubungan dengan pengaturan kecepatan alat <i>press</i> pada proses pencetakan.
28		Kesesuaian dengan spesifikasi	X4	Kesesuaian spesifikasi Alat Pengolahan Multi-Komoditas berpengaruh sedang terhadap kecepatan sistem pencetakan, karena kecepatan pencetakan dipengaruhi dari kecepatan sistem penghalusan.
29			X7	Kesesuaian spesifikasi Alat Pengolahan Multi-Komoditas berpengaruh sedang terhadap kecepatan sistem pendidihan, karena kecepatan pencetakan dipengaruhi dari kecepatan sistem pencetakan.
30		Service/Reparasi	X6	Service berpengaruh sedang terhadap struktur sistem pencetakan, hal ini dikarenakan struktur sistem penghalusan menyesuaikan dari struktur sistem pencetakan.
31		Daya Tahan	X1	Daya tahan berpengaruh sedang terhadap kecepatan sistem pencetakan, hal ini dikarenakan kecepatan komponen penghalusan menghasilkan getaran yang dapat mengurangi ketahanan alat.
32			X8	Daya tahan berpengaruh sedang terhadap beban sistem pendidihan, hal ini dikarenakan komponen pendidihan hanya bergantung pada struktur sistem pencetakan.

No	Nilai	Cust. Req.	Tech. Req.	Alasan
33		Biaya	X9	Daya tahan berpengaruh sedang terhadap beban sistem pendidihan, hal ini dikarenakan komponen pendidihan hanya bergantung pada struktur sistem pencetakan.
34	1	Performansi	X10	Performansi Alat Pengolahan Multi-Komoditas berpengaruh kecil terhadap tegangan listrik. Kemampuan alat sedikit dipengaruhi tegangan listrik.
35			X11	Performansi Alat Pengolahan Multi-Komoditas berpengaruh kecil terhadap kuat arus listrik. Kemampuan alat sedikit dipengaruhi arus listrik.
36		Kesesuaian dengan spesifikasi	X5	Kesesuaian spesifikasi berpengaruh kecil terhadap beban sistem pencetakan. Beban pencetakan dipengaruhi oleh beberapa komponen penting.
37			X8	Kesesuaian spesifikasi berpengaruh kecil terhadap beban sistem pendidihan. Beban sistem pendidihan dipengaruhi oleh beberapa komponen penting yang memiliki massa ringan.
38		Keamanan	X1	Keamanan berpengaruh kecil terhadap kecepatan sistem penghalusan. Kecepatan pergerakan spiral memerlukan pelindung agar tidak tersentuh anggota tubuh walaupun kemungkinan terjadi kecelakaan rendah.
39		Service/ Reaparasi	X10	Service berpengaruh kecil terhadap tegangan listrik. Untuk alat pengolahan tidak terlalu diperlukan komponen pengatur tegangan yang mudah direparasi.
40			X11	Service berpengaruh kecil terhadap arus listrik. Komponen pengatur arus listrik mudah untuk direparasi dan diganti.
41		Daya Tahan	X4	Daya tahan berpengaruh kecil terhadap kecepatan sistem pencetakan. Tekanan yang diberikan pada proses pencetakan dapat sedikit mempengaruhi daya tahan alat.
42			X9	Daya tahan berpengaruh kecil terhadap struktur sistem pendidihan. Sistem pendidihan menghasilkan panas yang dapat memuaskan material khususnya pada kerangka sistem pencetakan.

LAMPIRAN C-1

QFD Level 2 (Sistem Penghalusan)

			<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></</div></div>							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

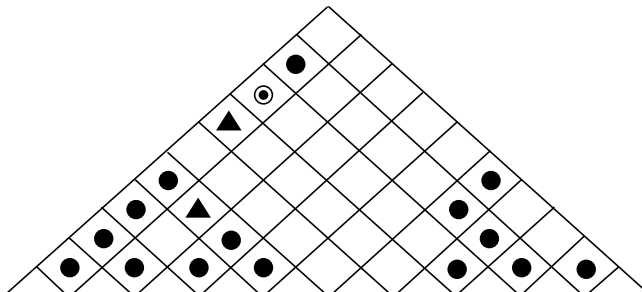
QFD Level 2 Penentuan Hubungan *Technical Requirements* dan *Component Characteristics* (Sistem Penghalusan)

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Char.	Alasan
1	9	X1	A1	Electric Tomato Squeezer memiliki hubungan yang kuat dengan kecepatan sistem penghalusan karena komponen ini memegang peran utama dalam fungsi penghalusan dan mekanik
2		X2	A1	Electric Tomato Squeezer memiliki hubungan yang kuat dengan beban sistem penghalusan karena komponen ini terdiri dari beberapa komponen dan motor penggerak
3			A4	Papan penyalur memiliki hubungan yang kuat dengan beban sistem penghalusan karena komponen ini memiliki ukuran yang besar dan material berupa acrylic
4			A7	Kerangka memiliki hubungan yang kuat dengan beban sistem penghalusan karena komponen ini terbuat dari bahan stainless steel yang memiliki massa jenis yang berat
5		X3	A1	Electric Tomato Squeezer memiliki hubungan yang kuat dengan struktur sistem penghalusan karena kerangka harus didesain untuk menopang komponen tersebut
6			A4	Papan penyalur memiliki hubungan yang kuat dengan struktur sistem penghalusan karena komponen membutuhkan penempatan yang tepat pada kerangka penghalusan
7			A5	Water pump memiliki hubungan yang kuat dengan struktur sistem penghalusan karena komponen membutuhkan penempatan yang sesuai agar dapat menjalankan fungsi pemompa air
8			A7	Kerangka memiliki hubungan yang kuat dengan struktur sistem penghalusan karena komponen semakin kuat material maka semakin kokoh struktur sistem penghalusan
9	3	X2	A3	Bolt Screw memiliki hubungan sedang dengan beban sistem penghalusan karena komponen tidak memiliki massa yang terlalu berat namun untuk jumlah yang banyak dapat memberikan beban pada sistem
10			A5	Water pump memiliki hubungan sedang dengan beban sistem penghalusan karena komponen bersifat <i>adjustable</i> dan tidak melekat pada kerangka secara langsung
11			A6	Selang air memiliki hubungan sedang dengan beban sistem penghalusan karena komponen bersifat <i>adjustable</i> dan tidak melekat pada kerangka secara langsung
12		X3	A2	Hex Nuts memiliki hubungan sedang dengan struktur sistem penghalusan karena diperlukan ukuran yang sesuai dengan lubang bore agar dapat mengunci komponen secara maksimal
13			A3	Bolt Screw memiliki hubungan sedang dengan struktur sistem penghalusan karena diperlukan ukuran yang sesuai dengan lubang bore agar dapat mengunci komponen secara maksimal
14	1	X1	A5	Water pump memiliki hubungan yang kecil dengan kecepatan sistem penghalusan karena komponen ini hanya mengalirkan air dan bukan merupakan fungsi utama dalam penghalusan

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Char.	Alasan
15		X2	A2	Hex Nuts memiliki hubungan yang kecil dengan beban sistem penghalusan karena komponen ini memiliki ukuran yang kecil dan hanya berperan untuk komponen pendukung dari bore screw
16		X3	A6	Selang air memiliki hubungan yang kecil dengan struktur sistem penghalusan karena komponen ini tidak melekat pada kerangka dan penempatannya dapat menyesuaikan kebutuhan

LAMPIRAN C-2

QFD Level 2 (Sistem Pencetakan)

													
			Component Charateristics										
			Sistem Pencetakan										
			B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	
	Keterangan Hubungan		Customer Importance	Pneumatik udara silinder CDM2B25-50	Solenoid Valve AIRTAC	Polyurethane Tube CHELIC Calibrated	Pneumatic Push-in Fitting	Compressor	Plat Stainless Steel	Hex Nuts A2 M12	Bolt Set Screws M12 Cont Point	Kerangka Pencetakan Channel U Bar	Wadah Penyaringan
	●	Kuat											
	⊙	Sedang											
	▲	Lemah											
		Tidak Ada Hubungan											
Technical Requirements	X4	Kecepatan Proses Pencetakan	0.104	9	9			9					
	X5	Beban Komponen Sistem Pencetakan	0.050	3	1	1	1	9	9	1	3	9	9
	X6	Struktur Sistem Pencetakan	0.131	9	3	3	1	3	9	3	3	9	9
	Raw Score			2.263	1.377	0.443	0.181	1.777	1.63	0.443	0.543	1.63	1.63
	Weight			0.190	0.116	0.037	0.015	0.149	0.137	0.037	0.046	0.137	0.137
	% Weight			19.0%	11.6%	3.7%	1.5%	14.9%	13.7%	3.7%	4.6%	13.7%	13.7%
	Importance Rank			1	6	8	10	2	3	8	7	3	3

QFD Level 2 Penentuan Hubungan *Technical Requirements* dan *Component Characteristics* (Sistem Pencetakan)

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Char.	Alasan
1	9	X4	B1	Pneumatik memiliki hubungan yang kuat dengan kecepatan sistem pencetakan karena komponen ini memegang peran utama dalam fungsi pencetakan dan mekanik
2			B2	Solenoid Valve memiliki hubungan yang kuat dengan kecepatan sistem pencetakan karena komponen ini mengatur keluar masuknya udara pada pneumatik
3			B5	Compressor memiliki hubungan yang kuat dengan kecepatan sistem pencetakan, semakin besar tekanan yang diberikan maka semakin cepat proses pencetakan berlangsung
4		X5	B5	Compressor memiliki hubungan yang kuat dengan beban sistem pencetakan, karena merupakan komponen paling berat diantara seluruh komponen pencetakan
5			B6	Compressor memiliki hubungan yang kuat dengan beban sistem pencetakan, karena merupakan komponen paling berat diantara seluruh komponen pencetakan
6			B9	Kerangka memiliki hubungan yang kuat dengan beban sistem pencetakan, semakin banyak jumlah komponen maka semakin berat beban yang diberikan pada alat
7			B10	Wadah penyaringan memiliki hubungan yang kuat dengan beban sistem pencetakan, karena komponen memiliki beban material yang cukup berat
8		X6	B1	Pneumatik memiliki hubungan yang kuat dengan struktur sistem pencetakan, karena penempatan pneumatik membutuhkan penyangga yang kokoh
9			B6	Plat Stainless Steel memiliki hubungan yang kuat dengan struktur sistem pencetakan, karena ukuran Plat membutuhkan jarak antar yang kerangka yang sesuai agar dapat bergerak vertikal dengan baik
10			B9	Kerangka memiliki hubungan yang kuat dengan struktur sistem pencetakan, karena merupakan komponen utama dalam menyangga komponen-komponen utama
11			B10	Wadah penyaringan memiliki hubungan yang kuat dengan struktur sistem pencetakan, karena ukuran wadah harus sesuai dengan komponen plat stainless steel
12	3	X5	B1	Pneumatik memiliki hubungan yang sedang dengan beban sistem pencetakan, karena berat dari pneumatik tidak terlalu besar
13			B8	Bolt Screw memiliki hubungan yang sedang dengan beban sistem pencetakan, karena komponen tidak memiliki massa yang terlalu berat namun untuk jumlah yang banyak dapat memberikan beban pada sistem
14		X6	B2	Solenoid Valve memiliki hubungan yang sedang dengan struktur sistem pencetakan, karena penempatannya melekat pada kerangka namun dapat disesuaikan kebutuhan
15			B3	Polyurethane Tube memiliki hubungan yang sedang dengan struktur sistem pencetakan, karena penempatannya tidak membutuhkan kerangka dan dapat disesuaikan dengan desain alat
16			B5	Compressor memiliki hubungan yang sedang dengan struktur sistem pencetakan, karena penempatannya tidak secara langsung pada kerangka

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Char.	Alasan
17			B7	Hex Nuts memiliki hubungan yang sedang dengan struktur sistem pencetakan, karena hanya sebagai komponen pendukung bersama dengan bore screw untuk mengunci komponen
18			B8	Bolt screw memiliki hubungan yang sedang dengan struktur sistem pencetakan, karena hanya sebagai komponen pendukung bersama dengan hex nuts untuk mengunci komponen
19	1	X5	B2	Solenoid Valve memiliki hubungan yang kecil dengan beban sistem pencetakan, karena berat dari komponen ringan
20			B3	Polyurethane Tube memiliki hubungan yang kecil dengan beban sistem pencetakan, karena berat dari komponen ringan
21			B4	Push-In Fitting memiliki hubungan yang kecil dengan beban sistem pencetakan, karena berat dari komponen ringan
22			B7	Hex Nuts memiliki hubungan yang kecil dengan beban sistem penghalusan karena komponen ini memiliki ukuran yang kecil dan hanya berperan untuk komponen pendukung dari bore screw
23		X6	B4	Push-In Fitting memiliki hubungan yang kecil dengan struktur sistem pencetakan, karena penempatannya pada compressor bukan pada alat secara langsung

LAMPIRAN C-3

QFD Level 2 (Sistem Pendidihan)

				Component Charateristics				
				Sistem Pendidihan				
				C1	C2	C3	C4	C5
	Keterangan Hubungan		Customer Importance	Heating Element Electric	Micro Load Cell	Bo lt Set Screws A2 M8 x 50mm	Hex Nuts A2 M8	Wadah Penampung
	●	Kuat						
	⦿	Sedang						
	▲	Lemah						
		Tidak Ada Hubungan						
Technical Requirements	X7	Waktu Proses Pendidihan	0.084	9	9			
	X8	Beban Komponen Sistem Pendidihan	0.018	9	1	3	1	9
	X9	Struktur Sistem Pendidihan	0.097	9	3	3	3	9
Raw Score				2.563	1.377	0.543	0.443	1.630
Weight				0.391	0.210	0.083	0.068	0.249
% Weight				39.1%	21.0%	8.3%	6.8%	24.9%
Importance Rank				1	3	4	5	2

QFD Level 2 Penentuan Hubungan *Technical Requirements* dan *Component Characteristics* (Sistem Pendidihan)

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Char.	Alasan
1	9	X7	C1	Heating element memiliki hubungan yang kuat dengan kecepatan sistem pendidihan karena komponen ini memegang peran utama dalam fungsi pendidihan. Semakin bagus heating element semakin cepat proses
2			C2	Micro Load Cell memiliki hubungan yang kuat dengan kecepatan sistem pendidihan karena komponen ini berfungsi sebagai sensor. Semakin sensitif sensor semakin cepat proses
3		X8	C1	Heating element memiliki hubungan yang kuat dengan beban sistem pendidihan karena komponen ini memiliki ukuran dan beban yang berat
4			C5	Wadah penampung memiliki hubungan yang kuat dengan beban sistem pendidihan karena komponen ini memiliki ukuran dan beban yang berat
5		X9	C1	Heating element memiliki hubungan yang kuat dengan struktur sistem pendidihan karena penempatan komponen ini membutuhkan penopang yang kuat dan kokoh
6			C5	Wadah penampung memiliki hubungan yang kuat dengan struktur sistem pendidihan karena komponen ini membutuhkan penopang yang kokoh
7	3	X8	C3	Bolt Screw memiliki hubungan yang sedang dengan beban sistem pendidihan, karena komponen tidak memiliki massa yang terlalu berat namun untuk jumlah yang banyak dapat memberikan beban pada sistem
8		X9	C2	Micro Load Cell memiliki hubungan yang sedang dengan struktur sistem pendidihan, karena sensor ini membutuhkan penempatan yang sesuai untuk wadah penampung
9			C3	Bolt screw memiliki hubungan yang sedang dengan struktur sistem pendidihan, karena hanya sebagai komponen pendukung bersama dengan hex nuts untuk mengunci komponen
10			C4	Hex Nuts memiliki hubungan yang sedang dengan struktur sistem pendidihan, karena hanya sebagai komponen pendukung bersama dengan bore screw untuk mengunci komponen
11	1	X8	C2	Micro Load Cell memiliki hubungan yang kecil dengan beban sistem pendidihan, karena memiliki berat yang ringan dan ukuran yang kecil
12			C4	Hex Nuts memiliki hubungan yang kecil dengan beban sistem pendidihan, karena komponen ini memiliki ukuran yang kecil dan hanya berperan untuk komponen pendukung dari bore screw

LAMPIRAN C-4

QFD Level 2 (Sistem Kontrol)

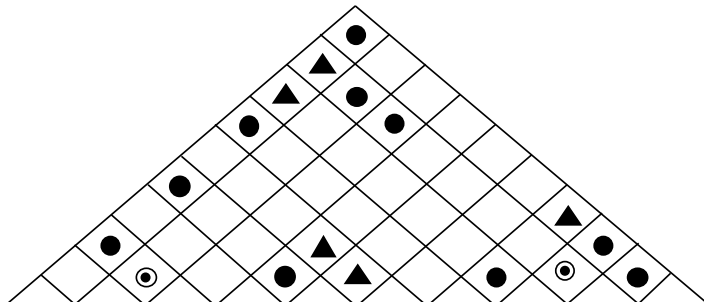
				<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><</div>						
--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--

QFD Level 2 Penentuan Hubungan *Technical Requirements* dan *Component Characteristics* (Sistem Kontrol)

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Char.	Alasan
1	9	X10	D7	Power supply memiliki hubungan yang kuat dengan pengatur tegangan listrik, karena fungsinya merubah tegangan AC dan DC
2		X11	D5	Push button memiliki hubungan yang kuat dengan pengatur arus listrik, karena fungsinya menyambung dan memutus arus listrik
3		X12	D1	Microcontroller memiliki hubungan yang kuat dengan pengatur integrasi fungsi, karena fungsinya sebagai pusat perintah kerja
4	3	X10	D2	Relay memiliki hubungan yang sedang dengan pengatur tegangan listrik, karena fungsinya dapat digunakan untuk membuka dan menutup katup tegangan
5		X11	D2	Relay memiliki hubungan yang sedang dengan pengatur arus listrik, karena pemilihan relay dilihat berdasarkan besar ampere pada komponen yang dikontrol
6			D7	Power Supply memiliki hubungan yang sedang dengan pengatur arus listrik, karena juga berfungsi untuk mendistribusikan arus listrik
7		X12	D3	Terminal Block memiliki hubungan yang sedang dengan pengatur integrasi fungsi, karena berfungsi untuk merapikan dan mengatur kabel listrik ke seluruh sirkuit dan aktuator
8			D6	MCB memiliki hubungan yang sedang dengan pengatur integrasi fungsi, karena berfungsi sebagai tempat sirkuit komponen elektrik
9	1	X10	D1	Microcontroller memiliki hubungan yang kecil dengan pengatur tegangan listrik, secara tidak langsung terdapat komponen yang menahan tegangan yang masuk dalam sistem kontrol
10			D3	Terminal block memiliki hubungan yang kecil dengan pengatur tegangan listrik, karena hanya sebagai pendistribusi tegangan listrik
11			D4	Kabel Eterna memiliki hubungan yang kecil dengan pengatur tegangan listrik, hanya sebagai penerus tegangan listrik
12		X11	D3	Terminal block memiliki hubungan yang kecil dengan pengatur arus listrik, karena hanya sebagai penerus arus listrik
13			D4	Kabel Eterna memiliki hubungan yang kecil dengan pengatur tegangan listrik, hanya sebagai penerus arus listrik

LAMPIRAN D-1

QFD Level 3 (Sistem Penghalusan)

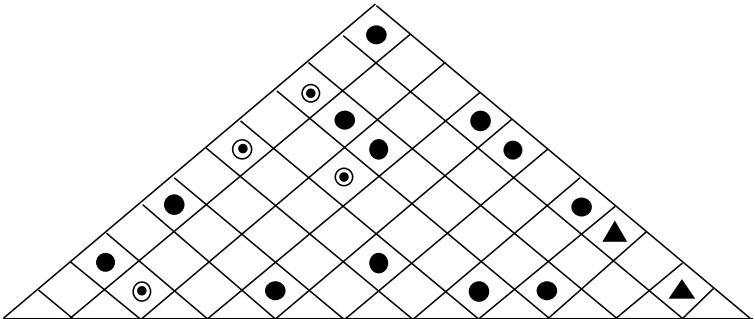
													
			Process Requirements										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Keterangan Hubungan			Cutting Bolt	Cutting Acrylic	Drilling Acrylic	Grinding Stainless Steel	Drilling Stainless Steel	Sanding Stainless Steel	Adding part	Joining Electric Tomato Squeezer	Joining Papan Penyalur	Joining Kerangka	
●	Kuat												
⊙	Sedang												
▲	Lemah												
	Tidak Ada Hubungan												
Component Characteristics	A1	Electric Tomato Squeezer	0.307								9		
	A2	Hex Nuts A2 M12	0.050								9	1	9
	A3	Bolt Set Screws M12 Cont Point	0.063	3							9	3	9
	A4	Papan penyalur	0.190		9	9						9	3
	A5	Brushless Motor Submersible Water Pump Hot	0.164							9			
	A6	Selang Air	0.034							3			
	A7	Kerangka Penghalusan Channel U Bar	0.190				9	9	1				9
Raw Score			0.190	1.714	1.714	1.714	1.714	0.190	1.576	3.790	1.954	3.308	
Weight			0.011	0.096	0.096	0.096	0.096	0.011	0.088	0.212	0.109	0.185	
% Weight			1%	9.6%	9.6%	9.6%	9.6%	1.1%	8.8%	21.2%	10.9%	18.5%	
Importance Rank			10	4	4	4	4	9	8	1	3	2	

QFD Level 3 Penentuan Hubungan *Component Characteristics* dan *Process Requirements* (Sistem Penghalusan)

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Char.	Alasan
1	9	A1	8	Electric Tomato Squeezer berhubungan kuat dengan proses joining karena komponen akan dipasang pada kerangka sistem penghalusan
2		A2	8	Hex nuts berhubungan kuat dengan proses joining karena fungsinya sebagai pengunci komponen
3			9	Hex nuts berhubungan kuat dengan proses joining kerangka karena fungsinya sebagai pengunci komponen
4		A3	9	Bolt screw berhubungan kuat dengan proses joining kerangka karena fungsinya sebagai pengunci komponen
5		A4	2	Papan penyalur berhubungan kuat dengan proses cutting acrylic untuk memotong per bagian
6			3	Papan penyalur berhubungan kuat dengan proses drilling acrylic untuk melubangi papan acrylic
7			9	Papan penyalur berhubungan kuat dengan proses joining acrylic untuk menggabungkan bagian-bagian acrylic dan memasangnya pada kerangka
8		A5	7	Water pump berhubungan kuat dengan proses adding part untuk menambahkan part untuk mendukung fungsi
9		A7	4	Kerangka berhubungan kuat dengan proses grinding untuk memotong batang kerangka menjadi ukuran yang berbeda
10			5	Kerangka berhubungan kuat dengan proses grinding untuk memberi lubang pada potongan kerangka
11			10	Kerangka berhubungan kuat dengan proses joining untuk menggabungkan bagian-bagian kerangka menjadi kerangka utuh
12	3	A3	1	Bolt screw berhubungan sedang dengan proses cutting bolt karena proses nya tergantung kebutuhan ukuran saat perakitan dan joining
13			9	Bolt screw berhubungan sedang dengan proses joining acrylic digunakan sebagai opsi menggabungkan acrylic
14		A4	10	Papan penyalur berhubungan sedang dengan proses joinning kerangka untuk menggabungkan antara papan penyalur dengan kerangka
15		A6	7	Selang air berhubungan sedang dengan proses adding part untuk menyertakan komponen dalam menunjang fungsi penghalusan
16	1	A2	9	Hex nuts berhubungan lemah dengan proses joining acrylic karena hanya digunakan sebagai opsi alternatif
17		A7	6	Kerangka berhubungan lemah dengan proses sanding untuk menghaluskan kerangka

LAMPIRAN D-2

QFD Level 3 (Sistem Pencetakan)

														
			Process Requirements											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Keterangan Hubungan			Customer Importance	Cutting Bolt	Cuting Plate Stainless Steel	Drilling Plate Stainless Steel	Grinding Stainless Steel	Drilling Stainless Steel	Sanding Stainless Steel	Adding part	Joining Pneumatic	Joining Plate Stainless Steel	Joining Wadah Penampungan	Joining Kerangka
●	Kuat													
⊙	Sedang													
▲	Lemah													
	Tidak Ada Hubungan													
Component Characteristics	B1	Pneumatik udara silinder CDM2B25-50	0.190								9	3		3
	B2	Solenoid Valve AIRTAC	0.116							3				
	B3	Polyurethane Tube CHELIC Calibrated	0.037							3				
	B4	Pneumatic Push-in Fitting	0.015							3				
	B5	Compressor	0.149							9				
	B6	Plat Stainless Steel	0.137		9	9						9		
	B7	Hex Nuts A2 M12	0.037								3	3		9
	B8	Bolt Set Screws M12 Cont Point	0.046	3							9	9		9
	B9	Kerangka Pencetakan Channel U Bar	0.137				9	1	1		1			9
	B10	Wadah Penyaringan	0.137		9	9							9	
Raw Score			0.137	2.462	2.462	1.231	0.137	0.137	1.846	2.368	2.322	1.231	2.546	
Weight			0.008	0.146	0.146	0.073	0.008	0.008	0.109	0.140	0.138	0.073	0.151	
% Weight			1%	14.6%	14.6%	7.3%	0.8%	0.8%	10.9%	14.0%	13.8%	7.3%	15.1%	
Importance Rank			11	2	4	7	9	9	6	3	4	7	1	

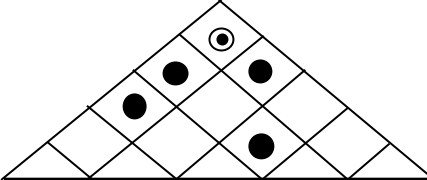
QFD Level 3 Penentuan Hubungan *Component Characteristics* dan *Process Requirements* (Sistem Pencetakan)

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Char.	Alasan
1	9	B1	8	Pneumatik berhubungan kuat dengan proses joining karena komponen akan dipasang pada kerangka sistem pencetakan
2		B5	7	Compressor berhubungan kuat dengan proses adding part sebagai fasilitas tambahan dalam menunjang komponen pneumatik
3		B6	2	Plate Stainless Steel berhubungan kuat dengan proses cutting untuk memotong plate
4			3	Plate Stainless Steel berhubungan kuat dengan proses drilling untuk memberi lubang pada plate
5			9	Plate Stainless Steel berhubungan kuat dengan proses joinning untuk menggabungkan potongan plate dengan komponen lain
6		B7	11	Hex nuts berhubungan kuat dengan proses joining kerangka karena fungsinya sebagai pengunci komponen
7		B8	8	Bolt screw berhubungan kuat dengan proses joining pneumatic karena fungsinya sebagai pengunci komponen
8			9	Bolt screw berhubungan kuat dengan proses joining plate stainless steel karena fungsinya sebagai pengunci komponen
9			11	Bolt screw berhubungan kuat dengan proses joining kerangka karena fungsinya sebagai pengunci komponen
10		B9	4	Kerangka berhubungan kuat dengan proses grinding untuk memotong batang stainless steel menjadi beberapa bagian
11			11	Kerangka berhubungan kuat dengan proses joining untuk menggabungkan bagian-bagian kerangka menjadi kerangka utuh
12		B10	2	Wadah penyaringan berhubungan kuat dengan proses cutting plate untuk memotong bagian-bagian plate menjadi bagian-bagian wadah penyaringan
13			3	Wadah penyaringan berhubungan kuat dengan proses drilling plate untuk melubangi bagian yang telah terpotong
14			10	Wadah penyaringan berhubungan kuat dengan proses joinning untuk menggabungkan bagian-bagian menjadi wada penampung
15	3	B1	9	Pneumatik berhubungan lemah dengan proses joining stainless steel karena komponen stainless steal akan dipasang pada pneumatik sebagai proses lanjutan
16			11	Pneumatik berhubungan lemah dengan proses joining kerangka karena pneumatik akan dipasang pada kerangka sebagai proses lanjutan
17		B2	7	Compressor berhubungan sedang dengan proses adding part sebagai fasilitas tambahan dalam menunjang komponen pneumatik
18		B3	7	Compressor berhubungan sedang dengan proses adding part sebagai fasilitas tambahan dalam menunjang komponen pneumatik
19		B4	7	Compressor berhubungan sedang dengan proses adding part sebagai fasilitas tambahan dalam menunjang komponen pneumatik
20		B7	8	Hex nuts berhubungan sedang dengan proses joining pneumatic karena fungsinya hanya untuk pendukung dari komponen bore screw

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Char.	Alasan
21			9	Hex nuts berhubungan sedang dengan proses joining stainless steel karena fungsinya hanya untuk pendukung dari komponen bore screw
22		B8	1	Bolt screw berhubungan sedang dengan proses cutting bolt karena hanya sebagai opsi alternatif yang menyesuaikan kebutuhan dimensi alat
23	1	B9	5	Kerangka berhubungan lemah dengan proses drilling stainless steel karena untuk melubangi bagian kerangka yang telah terpotong
24			6	Kerangka berhubungan lemah dengan proses sanding stainless steel karena hanya untuk menghaluskan kerangka yang merupakan opsional
25			8	Kerangka berhubungan lemah dengan proses joining pneumatic karena kerangka harus menyesuaikan ketinggian dari cylinder pada pneumatic

LAMPIRAN D-3

QFD Level 3 (Sistem Pendidihan)

							
			Process Requirements				
			1	2	3	4	5
Keterangan Hubungan		Customer Importance	Cutting Bolt	Cutting Plate Stainless Steel	Adding Part	Joining Mini Heating Element	Joining Wadah Penampung
●	Kuat						
⊙	Sedang						
▲	Lemah						
	Tidak Ada Hubungan						
Component Characteristics	C1	Heating Element Electric	0.391			9	
	C2	Micro Load Cell	0.210		9		
	C3	Bolt Set Screws A2 M8 x 50mm	0.083	3		3	1
	C4	Hex Nuts A2 M8	0.068			1	1
	C5	Wadah Penampung	0.249	9			9
Raw Score			0.249	2.237	1.890	3.835	2.388
Weight			0.023	0.211	0.178	0.362	0.225
% Weight			2%	21.1%	17.8%	36.2%	22.5%
Importance Rank			5	3	4	1	2

QFD Level 3 Penentuan Hubungan *Component Characteristics* dan *Process Requirements* (Sistem Pendidihan)

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Char.	Alasan
1	9	C1	4	Heating element berhubungan kuat dengan proses joinning karena komponen akan dipasang pada kerangka sistem pencetakan yang berada di bawah wadah penampung
2		C2	3	Micro load cell berhubungan kuat dengan proses adding part karena sensor disambungkan dengan sistem kontrol
3		C5	2	Wadah penampung berhubungan kuat dengan proses cutting yang berfungsi untuk memotong bagian-bagian dari wadah penampung
4			5	Wadah penampung berhubungan kuat dengan proses joinning yang berfungsi untuk menggabungkan bagian-bagian dari wadah penampung
5	3	C3	1	Bolt screw berhubungan sedang dengan proses cutting bolt karena hanya sebagai opsi alternatif yang menyesuaikan kebutuhan dimensi alat
6			4	Bolt screw berhubungan sedang dengan proses joining heating element karena fungsinya adalah digunakan sebagai pengunci komponen
7	1	C3	5	Bolt screw berhubungan sedang dengan proses joinning wadah penampung karena hanya sebagai opsi alternatif
8		C4	4	Hex nuts berhubungan lemah dengan proses joining heating element karena hanya digunakan sebagai opsi alternatif
9			5	Hex nuts berhubungan lemah dengan proses joining wadah penampung karena hanya digunakan sebagai opsi alternatif

LAMPIRAN D-4

QFD Level 3 (Sistem Kontrol)

			<div><div><div><div><div></div></div><div><div></div></div><div><div></div></div><div><div></div></div></div><div><div><div></div></div><div><div></div></div><div><div></div></div></div><div><div><div></div></div><div><div></div></div><div><div></div></div></div></div></div>				
			Process Requirements				
			1	2	3	4	
Keterangan Hubungan		Customer Importance	Merakit Koneksi PCB - Power Supply	Merakit Koneksi Microcontroller Relay	Membuat Koneksi Kontrol	Membuat Koneksi Integrasi	
●	Kuat						
⊙	Sedang						
▲	Lemah						
	Tidak Ada Hubungan						
Component Characteristics	D1	Microcontroller ATMEGA32 – 16 PU	0.294		9	3	9
	D2	Relay Omron MK3P-I	0.105		9	9	9
	D3	Terminal Block	0.125				9
	D4	Kabel Eterna	0.035		9	9	9
	D5	Push Button	0.103			9	9
	D6	PCB	0.090	9			9
	D7	Power Supply	0.248	9	3		3
Raw Score			3.040	4.651	3.073	7.513	
Weight			0.166	0.254	0.168	0.411	
% Weight			17%	25.4%	16.8%	41.1%	
Importance Rank			3	2	4	1	

QFD Level 3 Penentuan Hubungan *Component Characteristics* dan *Process Requirements* (Sistem Penghalusan)

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Char.	Alasan
1	9	D1	2	Microcontroller berhubungan kuat dengan proses merakit koneksi Microcontroller - Relay
2			4	Microcontroller berhubungan kuat dengan proses membuat koneksi integrasi, karena microncontroller sebagai komponen utama dalam fungsi integrasi
3		D2	2	Relay berhubungan kuat dengan proses merakit koneksi Microcontroller - Relay
4			3	Relay berhubungan kuat dengan proses membuat koneksi integrasi, karena relay mengontrol sensor dan pneumatik agar bekerja secara sekuensial
5			4	Relay berhubungan kuat dengan proses membuat koneksi integrasi, karena membantu mengatur jalannya tegangan dan arus pada sensor dan aktuator
6		D3	4	Terminal block berhubungan kuat dengan proses membuat koneksi integrasi, karena tempat dari pusat tersambungannya seluruh kabel
7		D4	2	Kabel eterna berhubungan kuat dengan proses merakit koneksi Microcontroller - Relay
8			3	Kabel eterna berhubungan kuat dengan proses membuat koneksi kontrol, karena kabel berfungsi untuk mendistribusikan arus listrik
9			4	Kabel eterna berhubungan kuat dengan proses membuat koneksi integrasi, karena membantu mengatur jalannya tegangan dan arus pada sensor dan aktuator
10		D5	3	Push button berhubungan kuat dengan proses membuat koneksi kontrol, karena berfungsi untuk perintah kerja pada alat
11			4	Push button berhubungan kuat dengan proses membuat koneksi integrasi, karena membantu mengatur jalannya seluruh fungsi alat secara terintegrasi
12		D6	1	MCB berhubungan kuat dengan merakit koneksi MCB - Power Supply, karena merupakan sirkuit seluruh komponen
13			4	MCB berhubungan kuat dengan proses membuat koneksi integrasi, karena membantu menyambungkan seluruh komponen listrik sehingga dapat berfungsi secara terintegrasi
14		D7	1	Power supply berhubungan kuat dengan merakit koneksi MCB - Power Supply
15	3	D1	3	Microcontroller berhubungan sedang dengan proses membuat koneksi kontrol
16		D7	2	Power supply berhubungan kuat dengan proses merakit koneksi Microcontroller - Relay, karena power supply berperan dalam mengalirkan arus dan tegangan pada sistem kontrol
17			4	Power supply berhubungan kuat dengan proses membuat koneksi integrasi, karena untuk menjalankan sistem sensor dan aktuator dibutuhkan arus listrik dari power supply

LAMPIRAN E-1

Biaya Investasi dan Depresiasi *Challenger*

No	Sistem	Komponen	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Total Biaya	Depresiasi Umur Ekonomis					
							2016	2017	2018	2019	2020	2021
A1	Sistem Penghalusan	Electric Tomato Squeezer	1	unit	Rp 4,360,500	Rp 4,360,500	Rp 4,360,500	Rp 3,924,450	Rp 3,532,005	Rp 3,178,805	Rp 2,860,924	Rp 2,574,832
A2		Hex Nuts A2 M12	40	unit	Rp 1,250	Rp 50,000	Rp 50,000	Rp 45,000	Rp 40,500	Rp 36,450	Rp 32,805	Rp 29,525
A3		Bolt Set Screws M12 Cont Point	40	unit	Rp 5,400	Rp 216,000	Rp 216,000	Rp 194,400	Rp 174,960	Rp 157,464	Rp 141,718	Rp 127,546
A4		Papan penyalur	2400	mm²	Rp 81	Rp 194,500	Rp 194,500	Rp 175,050	Rp 157,545	Rp 141,791	Rp 127,611	Rp 114,850
A5		Brushless Motor Submersible Water Pump Hot	1	unit	Rp 38,500	Rp 38,500	Rp 38,500	Rp 34,650	Rp 31,185	Rp 28,067	Rp 25,260	Rp 22,734
A6		Selang Air	1	meter	Rp 60,000	Rp 60,000	Rp 60,000	Rp 54,000	Rp 48,600	Rp 43,740	Rp 39,366	Rp 35,429
A7		Kerangka Penghalusan Channel U Bar	6	meter	Rp 100,000	Rp 600,000	Rp 600,000	Rp 540,000	Rp 486,000	Rp 437,400	Rp 393,660	Rp 354,294
B1	Sistem Pencetakan	Pneumatik udara silinder CDM2B25-50	1	unit	Rp 322,000	Rp 322,000	Rp 322,000	Rp 289,800	Rp 260,820	Rp 234,738	Rp 211,264	Rp 190,138
B2		Solenoid Valve AIRTAC	3	unit	Rp 120,000	Rp 360,000	Rp 360,000	Rp 324,000	Rp 291,600	Rp 262,440	Rp 236,196	Rp 212,576
B3		Polyurethane Tube CHELIC Calibrated	2	meter	Rp 15,000	Rp 30,000	Rp 30,000	Rp 27,000	Rp 24,300	Rp 21,870	Rp 19,683	Rp 17,715
B4		Pneumatic Push-in Fitting	2	unit	Rp 174,000	Rp 348,000	Rp 348,000	Rp 313,200	Rp 281,880	Rp 253,692	Rp 228,323	Rp 205,491
B5		Compressor	1	unit	Rp 850,000	Rp 850,000	Rp 850,000	Rp 765,000	Rp 688,500	Rp 619,650	Rp 557,685	Rp 501,917
B6		Plate Stainless Steel	2.9768	mm²	Rp 211,072	Rp 628,320	Rp 628,320	Rp 565,488	Rp 508,939	Rp 458,045	Rp 412,241	Rp 371,017
B7		Hex Nuts A2 M12	24	unit	Rp 1,250	Rp 30,000	Rp 30,000	Rp 27,000	Rp 24,300	Rp 21,870	Rp 19,683	Rp 17,715
B8		Bolt Set Screws M12 Cont Point	24	unit	Rp 5,400	Rp 129,600	Rp 129,600	Rp 116,640	Rp 104,976	Rp 94,478	Rp 85,031	Rp 76,528
B9		Kerangka Pencetakan Channel U Bar	6	meter	Rp 100,000	Rp 600,000	Rp 600,000	Rp 540,000	Rp 486,000	Rp 437,400	Rp 393,660	Rp 354,294
B10		Wadah Penyaringan	1600	mm²	Rp 138	Rp 220,000	Rp 220,000	Rp 198,000	Rp 178,200	Rp 160,380	Rp 144,342	Rp 129,908
C1	Sistem Pendidihan	Heating Element Electric	1	unit	Rp 258,636	Rp 258,636	Rp 258,636	Rp 232,772	Rp 209,495	Rp 188,546	Rp 169,691	Rp 152,722
C2		Micro Load Cell	1	unit	Rp 110,000	Rp 110,000	Rp 110,000	Rp 99,000	Rp 89,100	Rp 80,190	Rp 72,171	Rp 64,954
C3		Bolt Set Screws A2 M8 x50mm	12	unit	Rp 1,300	Rp 15,600	Rp 15,600	Rp 14,040	Rp 12,636	Rp 11,372	Rp 10,235	Rp 9,212
C4		Hex Nuts A2 M8	12	unit	Rp 1,100	Rp 13,200	Rp 13,200	Rp 11,880	Rp 10,692	Rp 9,623	Rp 8,661	Rp 7,794
C5		Wadah Penampung	1600	mm²	Rp 148	Rp 236,250	Rp 236,250	Rp 212,625	Rp 191,363	Rp 172,226	Rp 155,004	Rp 139,503
D1	Sistem Kontrol	Microcontroller ATMEGA32 – 16 PU	1	unit	Rp 65,000	Rp 65,000	Rp 65,000	Rp 58,500	Rp 52,650	Rp 47,385	Rp 42,647	Rp 38,382
D2		Relay Omron MK3P-I	3	unit	Rp 32,000	Rp 96,000	Rp 96,000	Rp 86,400	Rp 77,760	Rp 69,984	Rp 62,986	Rp 56,687
D3		Terminal Block	1	unit	Rp 81,000	Rp 81,000	Rp 81,000	Rp 72,900	Rp 65,610	Rp 59,049	Rp 53,144	Rp 47,830
D4		Kabel Eterna	3	meter	Rp 6,000	Rp 18,000	Rp 18,000	Rp 16,200	Rp 14,580	Rp 13,122	Rp 11,810	Rp 10,629
D5		Push Button	1	unit	Rp 324,000	Rp 324,000	Rp 324,000	Rp 291,600	Rp 262,440	Rp 236,196	Rp 212,576	Rp 191,319
D6		PCB	1	unit	Rp 15,000	Rp 15,000	Rp 15,000	Rp 13,500	Rp 12,150	Rp 10,935	Rp 9,842	Rp 8,857
D7		Power Supply	1	unit	Rp 35,000	Rp 35,000	Rp 35,000	Rp 31,500	Rp 28,350	Rp 25,515	Rp 22,964	Rp 20,667
TOTAL NILAI INVESTASI CHALLENGER						Rp 10,305,106	Rp 10,305,106	Rp9,274,595	Rp8,347,136	Rp7,512,422	Rp6,761,180	Rp6,085,062

Biaya Pemeliharaan *Challenger*

No	No Part	Nama Komponen	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Biaya
1	A5	Brushless Motor Submersible Water Pump Hot	1	Unit	Rp 38,500	Rp 38,500
2	B1	Pneumatik udara silinder CDM2B25-50	1	Unit	Rp 322,000	Rp 322,000
3	B5	Compressor	2	Perawatan	Rp 283,333	Rp 566,667
4	C1	Heating Element Electric	1	Unit	Rp 258,636	Rp 258,636
5	D7	Power Supply	1	Unit	Rp 35,000	Rp 35,000
Jumlah Biaya Perawatan Chalenger per Tahun						Rp 1,220,803

Biaya Operasional *Challenger*

No	No Part	Nama Komponen	Daya (Watt)	Energi (Kwh)	Waktu Operasional (jam/hari)	Biaya (per kwh)	Biaya per hari	Jumlah hari kerja (per tahun)	Jumlah Biaya per tahun
1	A1	Electric Tomato Squeezer	300	0,3	8	Rp 1.364	Rp 3.274	240	Rp 785.664
2	A5	Brushless Motor Submersible Water Pump Hot	10	0,01		Rp 1.364	Rp 109	240	Rp 26.189
3	B5	Compressor	750	0,75		Rp 1.364	Rp 8.184	240	Rp 1.964.160
4	C1	Heating Element Electric	150	0,15		Rp 1.364	Rp 1.637	240	Rp 392.832
5	C2	Micro Load Cell	10	0,01		Rp 1.364	Rp 109	240	Rp 26.189
6	D2	Relay Omron MK3P-I	240	0,24		Rp 1.364	Rp 2.619	240	Rp 628.531
Jumlah Biaya Konsumsi Energi per Tahun									Rp 3.823.565

Biaya Tenaga Kerja *Challenger*

No	Komponen	Jumlah	Waktu Operasional (jam/hari)	Biaya per jam	Biaya per hari	Jumlah hari kerja (per tahun)	Jumlah Biaya per tahun
1	Operator	1	8	Rp 15.000	Rp 120.000	240	Rp 28.800.000

LAMPIRAN E-2

Biaya Investasi dan Depresiasi *Defender*

No	Komponen	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Total Biaya	Depresiasi Umur Ekonomis					
						2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	Pisau	3	Unit	Rp5,000	Rp15,000	Rp15,000	Rp13,500	Rp12,150	Rp10,935	Rp9,842	Rp8,857
2	Wadah plastik	12	Unit	Rp5,000	Rp60,000	Rp60,000	Rp54,000	Rp48,600	Rp43,740	Rp39,366	Rp35,429
3	Panci	3	Unit	Rp55,000	Rp165,000	Rp165,000	Rp148,500	Rp133,650	Rp120,285	Rp108,257	Rp97,431
4	Kompor	3	Unit	Rp285,000	Rp855,000	Rp855,000	Rp769,500	Rp692,550	Rp623,295	Rp560,966	Rp504,869
5	Alat Saringan	3	Unit	Rp7,000	Rp21,000	Rp21,000	Rp18,900	Rp17,010	Rp15,309	Rp13,778	Rp12,400
6	Sutil	3	Unit	Rp8,500	Rp25,500	Rp25,500	Rp22,950	Rp20,655	Rp18,590	Rp16,731	Rp15,057
7	Tabung gas 12 Kg	3	Unit	Rp450,000	Rp1,350,000	Rp1,350,000	Rp1,215,000	Rp1,093,500	Rp984,150	Rp885,735	Rp797,162
8	Blender	3	Unit	Rp540,000	Rp1,620,000	Rp1,620,000	Rp1,458,000	Rp1,312,200	Rp1,180,980	Rp1,062,882	Rp956,594
TOTAL BIAYA INVESTASI DEFENDER				Rp1,355,500	Rp4,111,500	Rp4,111,500	Rp3,700,350	Rp3,330,315	Rp2,997,284	Rp2,697,555	Rp2,427,800

Biaya Perawatan *Defender*

No	Nama Komponen	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Biaya Perawatan
1	Pisau	3	Unit	Rp5,000	Rp 15,000
2	Wadah plastik	12	Unit	Rp5,000	Rp 60,000
3	Panci	3	Unit	Rp55,000	Rp 165,000
4	Alat Saringan	3	Unit	Rp7,000	Rp 21,000
5	Sutil	3	Unit	Rp8,500	Rp 25,500
Jumlah Biaya Perawatan Defender per Tahun					Rp 286,500

Biaya Operasional *Defender*

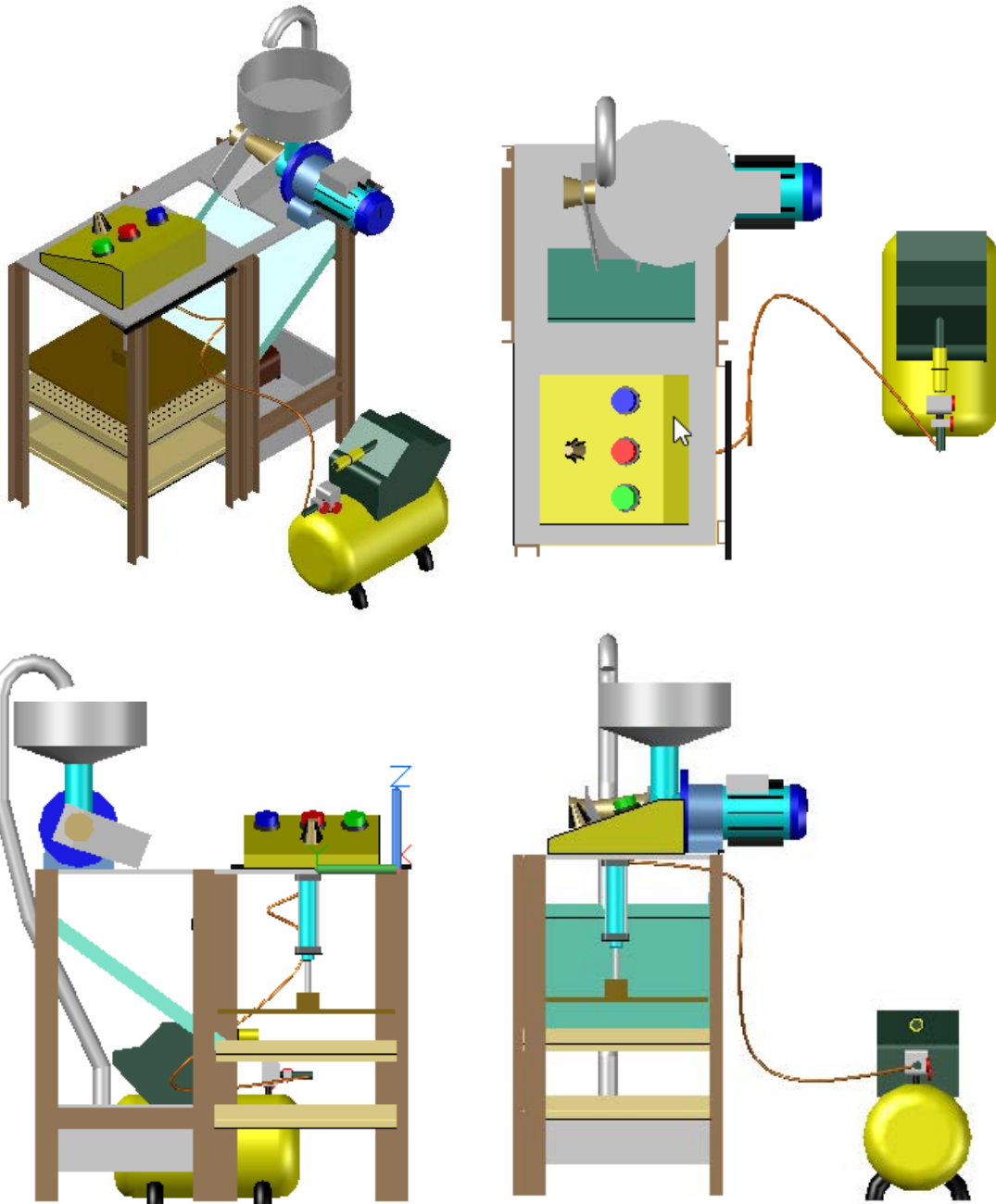
No	Jenis Komoditas	Nama Komponen	Konsumsi (Kg) per jam	Kapasitas (Kg/Jam)	Biaya per Kg	Waktu Operasional (jam/hari)	Biaya per hari	Jumlah hari kerja (per tahun)	Jumlah Biaya per tahun
1	Nanas	Gas Elpiji	0,217	10	Rp 7.000	8	Rp 12.152	240	Rp 2.916.480
2	Jahe Merah	Gas Elpiji		10		8	Rp 12.152	240	Rp 2.916.480
3	Mengkudu	Gas Elpiji		10		8	Rp 12.152	240	Rp 2.916.480
Jumlah Biaya Konsumsi Energi per Tahun									Rp 8.749.440

Biaya Tenaga Kerja *Defender*

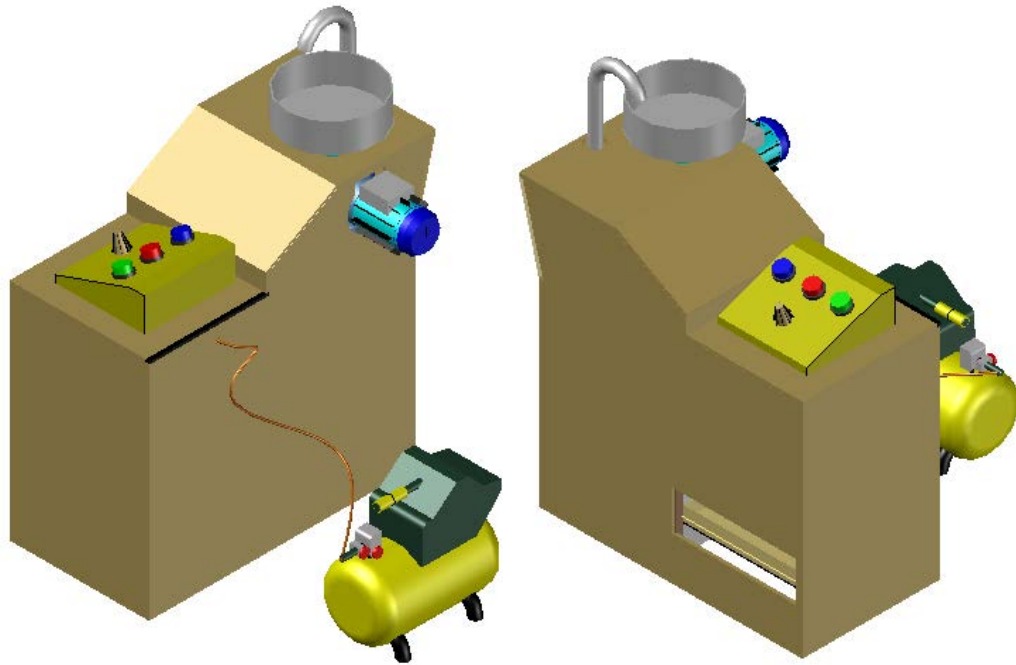
No	Komponen	Jumlah	Waktu Operasional (jam/hari)	Biaya per jam	Biaya per hari	Jumlah hari kerja (per tahun)	Jumlah Biaya per tahun
1	Operator Proses Pengolahan Nanas	1	8	Rp 15.000	Rp 120.000	240	Rp 28.800.000
2	Operator Proses Pengolahan Jahe Merah	1	8	Rp 15.000	Rp 120.000	240	Rp 28.800.000
3	Operator Proses Pengolahan Mengkudu	1	8	Rp 15.000	Rp 120.000	240	Rp 28.800.000
Jumlah Biaya Tenaga Kerja per Tahun							Rp 86.400.000
TOTAL BIAYA OPERASIONAL PER TAHUN							Rp 95.149.440

LAMPIRAN F

Desain Pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas



Desain Pengembangan Alat Pengolahan Multi-Komoditas (Dengan Cover)



LAMPIRAN G

DOKUMENTASI PENELITIAN

1. Hasil Perancangan dan *Prototyping* Alat Otomasi Daur Ulang Kertas



2. Dokumentasi *survey* dan wawancara dengan para pelaku usaha pengolaha



BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang langkah-langkah kerangka pemecahan masalah dalam penelitian dibahas pada bagian ini mulai dari tahap awal, yaitu studi pendahuluan hingga tahap akhir penarikan kesimpulan.

6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, maka berikut merupakan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan:

1. Alasan dilakukan pengembangan adalah untuk memberikan solusi kepada pelaku bisnis di Kecamatan Ngancar terhadap kondisi harga yang fluktuatif, permintaan yang tinggi, dan proses produksi yang masih manual. Tahap pengembangan akan mendesain ulang Alat Otomasi Daur Ulang Kertas menjadi Alat Pengolahan Multi-Komoditas. Identifikasi *Voice of Customer* (VoC) didapatkan tujuh *customer requirements* antara lain performansi, fitur, kesesuaian dengan spesifikasi, keamanan, *service* atau reparasi, daya tahan, dan biaya.
2. Keluaran berupa desain pengembangan diperoleh dari penjabaran konsep ide. Konsep ide merupakan hasil dari pengolahan data melalui metode QFD level 1 sampai level 3 dan model AAM. Metode QFD berfungsi untuk mengidentifikasi kebutuhan konsumen dalam bentuk atribut. Sedangkan AAM berfungsi untuk mengevaluasi faktor penerimaan teknologi di masyarakat.
3. Dari hasil uji kelayakan finansial melalui metode CBA, didapatkan kesimpulan bahwa alternatif penggunaan Alat Pengolahan Multi-Komoditas layak untuk diaplikasikan. Hal ini dikarenakan alternatif baru atau *Challenger* memberikan *benefit* yang lebih besar. NPV untuk alternatif penggunaan alat pengolahan terotomasi adalah sebesar Rp356.098.586 pada akhir tahun kelima. Sedangkan NPV untuk alternatif konsep konvensional manual hanya sebesar Rp9.491.522.

6.2 Saran

Adapun saran yang diberikan peneliti untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Desain pengembangan alat otomasi multi-komoditas perlu untuk dilakukan proses *prototyping*. Hal ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah alat sudah sesuai dengan kebutuhan konsumen. Selain itu melalui proses *prototyping*, maka dapat diketahui secara jelas produktivitas dari hasil pengembangan alat.
2. Untuk menunjang hasil produk yang lebih baik maka penelitian dapat dilanjutkan dengan QFD level 4 untuk menterjemahkan *quality procedures*.

DAFTAR PUSTAKA

- B., H. F. (2003). *Benefit-Cost Analysis, Financial and Economic Appraisal Using Spreadsheets*. New York: Cambridge University Press.
- Badan Pusat Statistik. (2014). *Angka Sementara Hasil Sensus Pertanian 2013*. Kediri: BPS Kabupaten Kediri.
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Kabupaten Kediri Dalam Angka 2015*. Kediri: BPS Kabupaten Kediri.
- Badan Pusat Statistik. (t.thn.). *Tabel Perkembangan UMKM pada Periode 1997-2012*. Dipetik Januari 26, 2016, dari <http://www.bps.go.id>
- Bappedda. (2016). *Sekilas Kabupaten Kediri*. Diambil kembali dari Pusat Informasi Perencanaan Pembangunan BAPPEDA Kabupaten Kediri: <http://bappeda.kedirikab.go.id/sekilas-kabupaten-kediri/>
- Boardman, N. E. (2006). *Cost-benefit Analysis: Concepts and Practice (3rd ed.)*. NJ: Prentice Hall.
- BPS Kota Kediri. (2015). *Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kota Kediri Menurut Lapangan Usaha Tahun 2010-2014*. Kediri: BPS Kota Kediri.
- Campbell, F. H., & Brown, R. P. (2003). *Benefit-Cost Analysis, Financial and Economic Appraisal Using Spreadsheets*. New York: Cambridge University Press.
- Cellini, S. R. (2010). Cost-Effectiveness and Cost-Benefit Analysis. Dalam *Handbook of Practical Program Evaluation* (hal. 496).
- Chuang, P.T. (2001). Combaining the Analytic Hierarchy Process and Quality Function Deployment for A Location Decision From A Requirement Perspective. *Int J Adv Manuf Technol* (2001) 18:842-849, 18;842-849
- CV Ainul Yaqin. (t.thn.). *Mesin Daur Ulang Kertas UKM dan Industri*. Dipetik Januari 27, 2016, dari <http://www.mesinkertas.com>
- Direktorat Jenderal Industri Agro dan Kimia. (2009). *Roadmap Industri Kertas*. Jakarta: Departemen Perindustrian.

- Disperindagtamben Kota Kediri. (2011). *Potensi Industri Kota Kediri*. Dipetik Maret 11, 2015, dari Website Resmi Kota Kediri: <http://www.kedirikota.go.id/read/Investasi/31/1/49/Industri.html>
- Djalil, S. (2015, Juli Rabu, 22). *Langkah Strategis Pemerintah Indonesia Terkait Penurunan Harga Komoditas*. Diambil kembali dari Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian: <https://www.ekon.go.id/berita/view/langkah-strategis-pemerintah.1585.html>
- Ghazizadeh M., L. J. (2012). Extending the Technology Acceptance Model to assess automation. *Cogn Tech Work*, 14, 39–49.
- Groover, M. P. (2000). *Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Kementerian Pertanian. (2015, Maret Minggu, 1). (A. Abhe, Penyunt.) *Kemtan: Ekspor Pertanian Januari US\$ 2,28 Miliar*. Dipetik Maret 20, 2016, dari <http://www.beritasatu.com/makro/253306-kemtan-ekspor-pertanian-januari-us-228-miliar.html>
- Santosa, Andrian Henry, dan Prasetyawan, Yudha. (2016). *Perancangan Alat Otomasi Daur Ulang Kertas*.
- Ulrich, K., & Eppinger, S. (2001). *Perancangan dan Pengembangan Produk*. Jakarta: Salemba Teknik.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jombang, 28 Februari 1994 dengan nama lengkap Andrian Henry Santosa. Penulis yang akrab dipanggil Andri ini merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu SD Katholik Wijana, SMP Negeri 2 Jombang, dan SMA Negeri 2 Jombang. Setelah menyelesaikan pendidikan SMA, penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya angkatan 2012. Selama menjadi mahasiswa, penulis terlibat aktif dalam kegiatan organisasi mahasiswa. Penulis pernah tergabung dalam HMTI ITS sebagai staff Departemen Dikesma pada tahun 2013. Selanjutnya dipercaya untuk menjadi Kepala Biro Edukasi Departemen Dikesma HMTI ITS pada tahun 2014. Selain aktif dalam himpunan mahasiswa, penulis juga aktif di BEM FTI sebagai staff Departemen Hubungan Luar pada tahun 2013. Penulis juga berkontribusi dalam laboratorium sebagai asisten laboratorium Sistem Manufaktur dan dipercaya menjadi Koordinator Asisten, Penanggung Jawab Mata Kuliah, dan Koordinator Praktikum. Beberapa pelatihan yang pernah diikuti adalah Pelatihan Kepribadian 2012, Gerigi ITS 2012, LKMM pra TD 2012, dan LOT 2013. Selama menimba ilmu di Jurusan Teknik Industri, penulis telah mengembangkan berbagai keahlian dibidang desain produk (AutoCAD, Fusion 360, 3DsMax), *communication skill*, *team work*, dan *leadership*. Untuk meningkatkan kontribusi terhadap pengabdian masyarakat, penulis juga mengikuti beberapa proyek dosen. Penulis aktif dalam keikutsertaan lomba dan kompetisi. Beberapa kompetisi yang telah diikuti adalah ISMEC 2015, INPACT 2016, IECOM 2016, LKTI UI 2016. Penulis dapat dihubungi melalui email andrian_henry@ymail.com.